COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MAI 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Zeiller*, pour remplir la place laissée vacante dans la Section de Botanique par le décès de M. *Adolphe Chatin*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Zeiller** prend place parmi ses Confrères.

MÉDECINE. — *De l'influence de l'alimentation, de la température, du travail et des poussières sur l'évolution de la tuberculose.* Note de MM. **Lannelongue**, **Achard** et **Gaillard**.

« Dans des Notes précédentes, nous avons recherché expérimentalement l'influence du climat sur l'évolution de la tuberculose. Poursuivant

l'étude des conditions adjuvantes qui peuvent modifier la marche de cette infection, nous nous proposons aujourd'hui de mettre en relief celles dont le rôle est le mieux établi par la clinique : le travail musculaire, l'alimentation insuffisante, l'inhalation d'un air chargé de poussières.

» Pour procéder à cette nouvelle série d'expériences, nous avons pris cent cobayes mâles et nous les avons tous inoculés dans la plèvre droite, le même jour (19 octobre 1900), avec la même dose d'une dilution de virus tuberculeux provenant d'une culture en bouillon glycériné âgée de deux mois. Puis nous avons partagé ces cobayes en dix lots, de poids sensiblement égal (de $5^{kg},400$ à $5^{kg},600$).

» Comme les résultats à l'égard de la température nous ont amenés à prolonger les expériences et à en faire de nouvelles, nous n'en relaterons les résultats que plus tard, dans une autre Communication.

» L'inhalation des poussières paraît jouer un rôle important dans la genèse et l'évolution de la tuberculose pulmonaire chez l'homme. Dans nos expériences, elle a hâté d'une façon évidente la mort des cobayes. Deux lots de dix cobayes mâles chacun et d'un poids égal à celui de deux autres lots d'un même nombre d'animaux témoins, ont été soumis plusieurs fois par jour à l'inhalation de poussières; dans l'un des deux premiers lots on chargeait artificiellement les poussières de cultures desséchées de colibacille. Commencée le 19 octobre 1900, l'expérience peut être considérée comme terminée aujourd'hui. Il ne reste qu'un cobaye vivant dans chacun des deux lots où l'on a fait inhaler les poussières, ce qui veut dire qu'il en est mort 18, tandis qu'il y a encore 17 vivants sur 20 dans les deux lots témoins. Plusieurs des animaux insufflés ont succombé manifestement à des broncho-pneumonies. Le résultat se montre donc avec une grande netteté.

» L'influence du travail musculaire et de la fatigue sur la marche de la tuberculose apparaît avec plus de netteté encore. Elle a été expérimentée, combinée avec une alimentation normale et plutôt en excès, et avec une alimentation réduite de moitié, très insuffisante par conséquent.

» 1° *Influence de la fatigue seule.* — Un lot témoin de dix cobayes demeure à l'intérieur du laboratoire, dans des compartiments étroits d'une cage où ils ne peuvent pour ainsi dire pas bouger. Les animaux sont soumis à une alimentation normale.

» Un deuxième lot de dix animaux est placé dans des conditions semblables de logement et de nourriture, mais il fut soumis, à partir du 19 octobre, pendant un quart d'heure, quatre fois par jour, à des mouve-

ments de rotation qui obligeaient les animaux à se déplacer et à parcourir un certain espace.

» Un troisième lot de dix cobayes, soumis au même régime alimentaire et confiné dans un espace étroit, exécuta les mêmes mouvements, mais il fut maintenu dans la roue pendant un temps deux fois plus long, c'est-à-dire pendant une demi-heure, quatre fois par jour.

» Pour ces trois lots, l'expérience commença le 19 octobre. Or, le premier lot maintenu à un repos presque absolu ne compte que deux morts, tandis que ceux qui ont été soumis à la rotation n'ont plus aucun survivant. La rotation avait pour effet de faire parcourir aux animaux du deuxième lot 480^{m} par jour et 960^{m} à ceux du troisième lot, soit respectivement 1920 et 3840 fois la longueur de leur corps.

» Il est à remarquer que la disparition du troisième lot, dont le travail musculaire a été double, a eu lieu beaucoup plus vite que celle du deuxième, car le dernier cobaye du troisième lot est mort le 31 janvier, et le dernier cobaye du deuxième lot est mort le 1er mars. La durée de l'expérience du troisième lot a été de cent quatre jours, et celle du deuxième lot de cent trente-trois jours.

» 2° L'action combinée du travail et de l'insuffisance alimentaire est établie par la comparaison des résultats de divers lots. Un lot de dix animaux soumis depuis le 19 octobre à une demi-ration et à des mouvements de rotation pendant un quart d'heure, quatre fois par jour, a été totalement détruit le 6 février. Un deuxième lot exécute les mêmes mouvements, mais il a une ration entière : il ne disparaît complètement que le 1er mars. Enfin dans un dernier lot on ne fait plus exécuter de mouvements, mais l'alimentation ne comprend qu'une demi-ration ; le lot ne s'éteint qu'au 1er avril.

» Le rôle de l'alimentation insuffisante n'est pas moins manifeste. La ration complète se composait, pour dix cobayes, de : pain 100^{gr}, herbes vertes 1^{kgr}, son à discrétion (environ 500^{gr}). Or, tandis qu'un lot de dix cobayes soumis à l'alimentation complète le 19 octobre ne compte que deux morts, un lot semblable soumis à la demi-ration depuis la même date a totalement disparu depuis le 1er avril. Ces résultats sont démonstratifs.

» Il est intéressant de relever la diminution du poids moyen des cobayes au moment de leur mort dans ces différents lots.

» Les animaux soumis à une heure de travail par jour (deuxième lot) avaient perdu 18^{gr},5 par animal, et ceux qui avaient été soumis à deux heures de travail, 63^{gr}.

» L'alimentation insuffisante, sans travail musculaire, fit perdre aux animaux du quatrième lot $85^{gr},5$.

» Enfin l'alimentation insuffisante combinée à la fatigue musculaire fit subir aux cobayes du cinquième lot la perte la plus considérable : $115^{gr},8$ par animal.

» On voit par ces résultats que la perte de poids éprouvée par les cobayes depuis l'époque de l'inoculation jusqu'à leur mort, était bien moins l'effet de l'infection tuberculeuse que des conditions artificielles introduites dans l'expérience pour accroître les dépenses et amoindrir les recettes de l'organisme infecté.

» Chez l'homme tuberculeux il en est vraisemblablement de même. Bien que, le plus habituellement, les malades succombent dans un état d'émaciation très accentuée, on en voit parfois qui, porteurs de lésions avancées, conservent néanmoins un certain embonpoint, et il y a tout lieu de penser que l'amaigrissement résulte bien plutôt des troubles nutritifs indirectement engendrés par la maladie, notamment des troubles de l'alimentation, que de l'infection elle-même. »

ASTRONOMIE. — *Sur le quatrième Volume des « Annales de l'Observatoire de Toulouse »*. Note de M. Lœwy.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le quatrième Volume des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*.

» Après l'installation du nouveau Cercle méridien en 1891, M. Baillaud, Directeur de cet établissement, avait décidé de consacrer cet appareil de haute précision à une étude d'une importante actualité, à savoir : l'observation des étoiles de repère de la zone attribuée à Toulouse dans l'entreprise internationale de la Carte du Ciel.

» L'exécution de cette étude méridienne a été confiée à M. Saint-Blancat. Le Volume qui vient de paraître est donc l'œuvre personnelle de cet astronome.

» Malgré les conditions atmosphériques spéciales du Ciel de Toulouse, qui ne laissent guère plus de 75 soirées complètement claires chaque année, M. Saint-Blancat a pu, en travaillant avec un grand dévouement pendant toute la durée des nuits favorables et en observant jusqu'à 150 étoiles dans une même séance, terminer en juillet 1898, après sept années de labeur, la première partie de la tâche qui lui était confiée. Il a ainsi constitué

un Catalogue de repères renfermant les positions exactes de 3719 étoiles basées sur 21 000 observations méridiennes.

» L'utilité des études faites dans cet ordre d'idées grandit de jour en jour. En effet, comme l'Académie le sait déjà, l'exploration photographique du Ciel n'a pas seulement pour objet la formation d'un grand Catalogue qui renfermera les positions exactes de 2 à 3 millions d'étoiles, mais aussi la construction, à l'aide de clichés à longue pose, d'une Carte générale du Ciel, contenant les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur, c'est-à-dire des images d'astres dont l'éclat est encore mille fois plus faible que celui de la plus petite étoile visible à l'œil nu.

» Or, cet Atlas général de l'Univers sidéral, qui contiendra peut-être les images de trente millions d'objets célestes, a déjà conduit à des applications imprévues. Les études effectuées récemment en Angleterre et en France ont, en effet, démontré que, grâce à l'intervention d'un réseau quadrillé transporté photographiquement sur chaque cliché, on pourra relever sur les Cartes mêmes, malgré toutes les déformations du papier des feuilles, la position de chaque astre avec une exactitude au moins égale à celle d'une observation méridienne.

» Le Catalogue de repères célestes dû à l'activité persévérante de M. Saint-Blancat pourra donc servir, non seulement à la réduction des clichés à courte pose, mais aussi à la détermination des coordonnées équatoriales de toute cette multitude d'astres qui, jusqu'à la quatorzième grandeur, fournissent l'image fidèle de l'Univers sidéral à notre époque.

» Toutes les étoiles communes au Catalogue de M. Saint-Blancat et au Catalogue de Leipzig, c'est-à-dire les $\frac{4}{5}$ des étoiles observées à Toulouse, ont été l'objet d'une comparaison effectuée par M. Baillaud. Cette comparaison a montré un accord remarquable entre les deux catégories de résultats.

« Le Volume dont je fais hommage à l'Académie, au nom de M. Baillaud, fera certainement le plus grand honneur à l'Observatoire de Toulouse et à l'astronome qui a accompli, avec tant d'abnégation, cet important travail. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, à une place vacante en vertu du Décret du 24 juin 1899.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Gustave Zeuner obtient. . . . . 48 suffrages

Il y a 3 bulletins blancs.

M. **Zeuner**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Géographie et Navigation, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *de Serpa Pinto*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Oudemans obtient. . . . . 45 suffrages

Il y a un bulletin blanc.

M. **Oudemans**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1901.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Philipeaux. — MM. d'Arsonval, Marey, Chauveau, Van Tieghem, Bouchard.

Prix Lacaze (*Physiologie*). — MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue, Chauveau, Van Tieghem, Giard.

Prix Montyon (*Arts insalubres*). — MM. Troost, Gautier, Moissan, Haller, Schlœsing.

Prix Wilde. — MM. Cornu, Lœwy, Fouqué, Maurice Lévy, Berthelot.

Prix Cahours. — MM. Troost, Gautier, Moissan, Haller, Ditte.

Prix Tchihatchef. — MM. Grandidier, Perrier, Gaudry, Bouquet de la Grye, Filhol.

Prix Jean Reynaud. — MM. Bouquet de la Grye, Gaudry, Lannelongue, Cornu, Sarrau.

MÉMOIRES LUS

PHYSIOLOGIE. — *Le dernier signe de vie; son application à l'homme*. Note de M. A.-D. WALLER.

« Aux séances du 3 septembre et du 24 décembre, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats principaux d'une série d'expériences démontrant, selon moi, un signe distinctif qui permet de reconnaître en quelques instants si une substance donnée est vivante ou morte.

» Je me suis naturellement demandé si ce signe distinctif pouvait être obtenu sur le corps humain avec la peau intacte. Je crois avoir résolu cette question dans le sens affirmatif.

» La réaction est localisée (1) aux régions polaires du courant excitateur.

» Après plusieurs essais préliminaires, je me suis arrêté à employer trois électrodes : A et B servant au passage du courant excitateur, C servant à relier au galvanomètre l'un ou l'autre des deux points excités A et B.

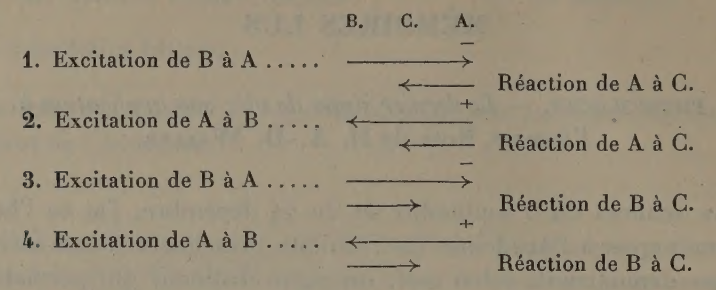
» Voici la marche d'une expérience :

» L'excitation se fait par les électrodes A et B, et l'on doit constater l'effet de cette excitation sur le point A. Ce point A et un troisième point C sont reliés au galvanomètre et exactement équipotentiés. Le galvanomètre est alors court-circuité. Une excitation (soit décharge de condensateur, soit courant induit de rupture) de la peau est provoquée aux points A et B. Aussitôt après, les points A et C sont reliés au galvanomètre et le circuit de celui-ci est ouvert. Toute altération qui aura eu lieu au point A sera accusée par une déviation galvanométrique. On répète l'essai avec exci-

---

(1) L'expérience suivante faite sur un lambeau de peau de grenouille démontre nettement l'exactitude de cette localisation, et en même temps elle prouve que la localisation a son siège dans les couches externes de la peau. Excitation provoquée par deux électrodes A et B appliquées à ses surfaces externe (A) et interne (B). Dérivation au galvanomètre par A et un troisième point C qui n'a pas été excité; réaction grande. Dérivation par B et un troisième point C; réaction nulle. Donc l'excitation transversale de l'épaisseur AB a modifié A et n'a pas sensiblement modifié B.

tation en direction renversée. On répète la paire d'essais après compensation préalable des points B, C. Les résultats de ces quatre essais sont les suivants :



» Ces réactions sont caractéristiques de la peau vivante, non seulement celles qui, étant de même direction que celle du courant excitateur, sont des réactions physiologiques *indiscutables* (n°s 2 et 3) prenant leur source à l'anode du courant excitateur qui vient de passer, mais aussi celles qui, étant de direction opposée (celle de la polarisation) sont *discutables* (n°s 1 et 4) prenant source à la cathode du courant excitateur. Ces réactions, dans les quatre cas, sont dirigées de la surface externe de la peau à la région interrogée, qu'elles aient été provoquées par un état antérieur anodique ou cathodique. Leur valeur ordinaire, selon mes observations, a été de $0^{\text{volt}},003$ à $0^{\text{volt}},005$.

» Cette propriété physiologique de la peau, de réagir par un courant de même sens à la suite d'excitations des deux directions, qui nous empêche de l'interroger au moyen de deux électrodes reliées soit à l'excitateur, soit au galvanomètre, simplifie beaucoup la mise en pratique de l'essai par le moyen des trois électrodes A, B et C, en nous permettant de l'appliquer à l'aide de courants alternatifs qui nous mettent à l'abri des effets de la polarisation ordinaire. Cette polarisation, en effet, reconnaissable avec le simple courant de rupture sur la peau morte, et même sur la peau vivante, quoique à un moindre degré, puisqu'elle est masquée par la réaction physiologique, ne se manifeste pas sensiblement à la suite d'une série de courants alternatifs.

» J'emploie donc ces courants et un commutateur qui permet de faire communiquer deux de trois régions distinctes de la peau avec le clavier à quatre fiches décrit dans mon premier Mémoire [1].

---

[1] Ce clavier se trouve figuré, ainsi que le circuit qui s'y rattache, dans un Mé-

» Si, après une courte tétanisation de la peau dans les deux directions BA et AB, les réactions sont nettement dans les directions AC et BC, la peau est vivante. Sinon la peau est morte.

» Jusqu'ici je n'ai déterminé que les deux cas extrêmes : 1° celui de la peau vivante avec les réactions AC et BC, et 2° celui de la peau tuée dépourvue de ces réactions. Je n'ai pas encore trouvé moyen de suivre pas à pas la mort de la peau consécutive à la mort somatique.

» J'espère sous peu combler cette lacune; je crois pourtant pouvoir avancer dès à présent que la peau est douée d'une survie exceptionnellement prolongée, et qu'elle indique par le fait de sa mort que la mort définitive a eu lieu.

» Toutes les expériences précédentes se rapportent à la peau intacte. Pour la peau excisée, les résultats se compliquent en raison de la lésion et d'autres circonstances que je me réserve de discuter. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La variation thermique des eaux.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« En complément des études océanographiques organisées par la Conférence des États riverains de la mer du Nord et de la Baltique, M. le Prof. Dr O. Petterssen, de Stockholm, a demandé des recherches thermométriques simultanées dans l'eau des lacs du nord-est de l'Europe, et il m'a prié de me charger des mesures dans le Léman. Les résultats de ces sondages thermométriques viennent de nous être soumis, et nous en tirons quelques conclusions intéressantes.

» Si par un calcul convenable je cherche quelle est la quantité de chaleur emmagasinée dans les eaux aux différentes saisons [*Calcul du bilan thermique* (M. F.-A. Forel, *Le Léman*, t. II, p. 400; Lausanne, 1895)], je trouve, par des différences, la quantité de chaleur reçue ou perdue par l'unité de surface entre les deux époques de sondages thermométriques consécutifs. Je traduis ces chiffres en calories par décimètre carré de la surface et par jour, et j'arrive aux valeurs suivantes pour le gain de chaleur, de l'hiver à l'été de l'année 1900, pour quelques lacs européens,

---

moire relatif à la vitalité des graines, et par des observations parallèles sur leur germination (*Proceedings of the Royal Society*, febr. 24; 1901).

dû Léman en France et Suisse, à l'Enare, au nord de la Laponie finlandaise :

Lacs.	Latitude.	Dates extrêmes.	Gain thermique.
Léman...........	46°.21′ lat. N.	12 mars-16 août	19 calories-dm²-jour
Loch Katrine.....	56.15 »	10 mars-29 juillet	29 »
Mjösen..........	60.22 »	18 avril-10 septembre	34 »
Ladoga 7........	61.22 »	25 avril-29 juillet	55 »
Ladoga 8........	61.24 »	24 avril-29 juillet	62 »
Enare...........	69. 3 lat. N.	10 mars- 6 août	68 calories-dm²-jour

» On voit apparaître dans ces chiffres une loi que je formule en ces termes : « L'amplitude de la variation thermique annuelle est fonction » directe de la latitude ». Cette loi, qui pourrait se traduire encore ainsi : « La variation thermique annuelle est nulle à l'équateur et maximale au » pôle », s'appliquerait aussi bien à la température du sol et à celle de l'air qu'à celle des eaux.

» Je constate encore un fait important et nouveau dans les résultats de nos sondages thermométriques. Tandis que dans le Léman la variation thermique annuelle n'intéresse la couche supérieure des eaux que jusqu'à la profondeur de 100 à 120ᵐ, elle descend plus bas dans les lacs plus septentrionaux : jusqu'à plus de 150ᵐ dans le Loch Katrine de l'Écosse, jusqu'à plus de 200ᵐ dans le Mjösen de Norwège et le Ladoga de Finlande et de Russie. Il semble donc que la profondeur de pénétration de la chaleur croît, elle aussi, en fonction directe de la latitude; mais cette loi, qui n'est pas d'évidence, et qui serait de portée considérable, demande à être vérifiée par de nouvelles observations.

» Or ces lois, qui sont devenues facilement manifestes par l'étude de la température des lacs d'eau douce, n'apparaissent pas dans les séries de mesures thermométriques faites simultanément dans la mer Baltique ou dans la mer Noire. Il y a en effet pour de telles études un avantage évident à les faire dans des bassins d'eau douce plutôt que dans la mer. Les lacs sont des bassins fermés et isolés, tandis que la mer étant en communication directe d'une région à l'autre, les courants superficiels et profonds y déterminent des échanges et des mélanges thermiques qui troublent la simplicité et la régularité des faits. Puis les lacs d'eau douce ont une composition chimique uniforme et, par suite, une densité également uniforme; la stratification y est régulière aux divers points de vue de la salinité, de la densité,

de la température. Il n'y a pas, dans les lacs d'eau douce, ces anomalies de stratification thermique qui diversifient les sondages thermométriques de la Baltique et de la mer Noire.

» Donc, pour l'étude générale des conditions thermiques des eaux, il y a avantage à s'adresser aux lacs d'eau douce, quitte à étendre plus tard les conclusions ainsi obtenues et à les adapter aux masses d'eau salée de l'Océan. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois Volumes publiés par l'Université d'Aberdeen ayant pour titres : 1° Roll of alumni in Arts of the University and King's College in Aberdeen, par *Peter John Anderson;* 2° Records of Old Aberdeen (1157-1891), par *Alexander Macdonald Munro;* 3° Place Names of West Aberdeenshire, par *James Macdonald;*

2° Un levé à grande échelle du cours du Congo et de l'Oubanghi, par M. *Chastrey*. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

ASTRONOMIE. — *Application du photomètre à coin à la mesure des grandeurs photographiques des étoiles.* Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

« Si, par un dispositif convenable, on éclaire un cliché photographique stellaire où les images apparaissent noires sur un fond lumineux, et que l'on regarde les images au moyen d'une lunette dans le plan focal de laquelle est installée la lame neutre d'un photomètre à coin, on peut faire disparaître les images de la même manière que, au moyen de ce photomètre, on éteint les images lumineuses des étoiles dans le plan focal d'un télescope ordinaire.

» J'ai installé à l'observatoire de Toulouse, dans une chambre obscure, avec le concours de l'habile mécanicien de l'observatoire, M. Carrère, un tel instrument. La description en sera donnée ailleurs. Il suffira, ici, de dire que les lectures sont enregistrées mécaniquement, que l'observateur les ignore pendant l'observation elle-même, qu'il reste dans l'obscurité et qu'aucun assistant n'intervient dans la mesure.

» Une théorie de l'extinction, par le coin, de l'image constante d'un point sur un fond variable montre que les lectures ne doivent pas varier comme le logarithme de l'éclat de l'étoile, comme cela a lieu pour l'extinction de l'image d'une étoile sur un fond obscur. En outre, la question se complique, pour les clichés stellaires ordinaires, de ce fait que les images des belles étoiles ont de grands diamètres et sont plutôt des plages que des points. Je me suis proposé, d'une part, de construire une échelle de grandeur, d'autre part, de la comparer aux grandeurs visuelles ordinaires. Les clichés que j'ai employés ont été obtenus par M. Montangerand, astronome adjoint à l'observatoire, dont l'habileté est bien connue; ils ne laissent rien à désirer.

» L'échelle de grandeur a été obtenue de la manière suivante : On a fait un cliché par poses successives sur une étoile E d'une zone de Potsdam, notée comme étant de grandeur 6,0. La première pose dura cinq minutes; 20 autres furent obtenues en réduisant ce temps de pose successivement dans le rapport de 1 à $\sqrt[4]{a}$, où $a = 2,5$. On a fait, dans les mêmes conditions, un second cliché qui contenait vers son milieu trois étoiles de grandeurs 7,7 et 8. On a éteint dans l'appareil ces 84 images. Chaque extinction a été faite quatre fois seulement et l'on a pris la moyenne des lectures.

» Soient, pour une des images de la première étoile $\frac{5}{\sqrt[4]{a^i}}$, en minutes, le temps de pose, l_i la lecture, l_m une lecture moyenne parmi toutes celles obtenues. On a cherché si l'on peut établir une relation de la forme

$$(1) \qquad i = \alpha l_i + \beta + \gamma (l_i - l_m)^2.$$

» Soit a^j le rapport des temps de pose qui permet de passer, sur un cliché photographique d'une grandeur visuelle à la suivante; soit aussi M_i la grandeur visuelle qui, pour une pose de cinq minutes, correspond à l'image de lecture l_i. La forme

$$a^i = (a^j)^{\frac{i}{j}}$$

donne

$$M_i = M + \frac{i}{j},$$

et la relation (1) devient

$$(2) \qquad j(M_i - M) = \alpha l_i + \beta + \gamma (l_i - l_m)^2.$$

» La constante inconnue j sera déterminée de manière à faire cadrer l'échelle de grandeur avec les grandeurs visuelles des Pléiades.

» Soit l'_0 la lecture que donne au photomètre l'image obtenue en cinq minutes sur l'étoile E'. Cette lecture, dans les images de l'étoile E, correspond à une valeur i'_0 de i, et l'on a

$$i'_0 = \alpha l'_0 + \beta + \gamma(l'_0 - l_m)^2, \tag{3}$$

$$i'_0 + i = \alpha l'_i + \beta + \gamma(l'_i - l_m)^2. \tag{4}$$

» Les étoiles E'', E''' donnent des équations analogues.

» Les relations (1), (3), (4) déterminent α, β, γ, i'_0, i''_0, i'''_0, l_0, l''_0, l'''_0; l'équation (2) appliquée à un cliché des Pléiades à pose de cinq minutes déterminera j.

» La résolution des équations par la méthode de Cauchy m'a donné les résultats suivants. J'ai fait $l_m = 8,25$, l'unité pour l_i étant le centimètre; j'ai trouvé :

$$\alpha = 3,931, \quad \beta = -20,219, \quad \gamma = 0,281,$$
$$i'_0 = 7,686, \quad i''_0 = 12,096, \quad i'''_0 = 16,434.$$

» Les moyennes des valeurs absolues des résidus ont été pour les quatre étoiles :

E.	E'.	E''.	E'''.
0,79	0,60	0,57	0,42

et la moyenne générale : 0,59.

» Pour déterminer j, j'ai comparé les lectures de 53 étoiles des Pléiades aux grandeurs déterminées par Lindemann; pour six des plus faibles, j'ai adopté les grandeurs de Pickering augmentées de $0^{gr},3$. J'ai trouvé :

$$j = 4,87,$$

et la moyenne des valeurs absolues des résidus est $0^{gr},4$. Ces résidus n'offrent aucune variation systématique. Il n'en est pas de même pour les quatre séries de résidus de l'échelle. Pour la belle étoile E qui donne $M = 4,4$, ils sont négatifs aux deux extrémités et positifs au milieu; le contraire se produit pour E' et E'', qui appartiennent à un autre cliché; rien de systématique n'apparaît pour E'''. Les grandeurs photographiques M', M'', M''' de ces étoiles sont respectivement 6,0, 6,9, 7,8. Il est certain que l'emploi du photomètre à coin pour les très belles étoiles offre moins de précision que pour les étoiles faibles. L'inconvénient disparaîtrait, au moins en partie, si, ayant des clichés obtenus en dehors du foyer du télescope, suivant l'indication de M. Janssen, on les regardait avec un dispositif

tel que les images soient suffisamment réduites. Nous étudierons la question à ce point de vue. Notre objet était d'abord la mesure des grandeurs des étoiles sur les clichés du Catalogue astrophotographique international.

» Pour apprécier les résidus de l'échelle, il convient de les exprimer en grandeur en les divisant par la valeur de j, 4,87 : on voit que leur moyenne ne dépasse guère $0^{gr},1$.

» La valeur de j fait connaître le rapport des temps de pose qui, pour une même étoile, correspond au passage d'une grandeur à une autre; ce rapport est

$$\sqrt[4]{a^j}$$

ou sensiblement 3,1.

» La faiblesse des résidus de l'échelle obtenue par la combinaison de 84 poses sur quatre étoiles différentes et l'absence de marche systématique des résidus du cliché des Pléiades montrent que, comme l'avaient trouvé MM. Henry, ce rapport est indépendant des étoiles choisies.

» Les résultats donnés ci-dessus sont les premiers que j'aie obtenus avec l'installation définitive. Il y a lieu de les vérifier en multipliant et variant les conditions des mesures. Tels qu'ils sont, ils m'ont paru assez concordants pour être publiés. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris,* (équatorial de la tour de l'Ouest). Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

« Cette liste fait suite à celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus*, t. CV (1887, p. 926 et 1116), t. CXII (1891, p. 647, 703 et 848), t. CXXIII (1896, p. 1243) et t. CXXIV (1897, p. 65 et 133).

» Les nébuleuses qu'elle renferme ont été découvertes principalement dans les années 1897-1900, au moyen de l'équatorial de la tour de l'Ouest, dont l'objectif a $0^m,31$ d'ouverture utile.

» Dans la notation des grandeurs, nous désignons par 13,5 l'éclat des objets qui sont à l'extrême limite de visibilité dans cet instrument; par suite, il peut y avoir doute, sinon sur l'existence, du moins sur le caractère nébuleux des objets indiqués comme étant de grandeur 13,5 ou 13,4-13,5; il en est de même pour les amas très faibles et pour les nébulosités qui accompagnent certaines étoiles.

» Un assez grand nombre de nébuleuses, déjà signalées par d'autres

observateurs, sont plus ou moins éloignées des positions des Catalogues : pour celles que nous avons observées et dont les écarts atteignent 2′ ou 3′ d'arc, nous donnons, sous le titre de *Rectifications et remarques*, les coordonnées des points où nous les avons trouvées : toutes ces nébuleuses ont été rapportées micrométriquement à des étoiles voisines, mais qui elles-mêmes ne sont pas toujours connues avec beaucoup de précision (1).

» Voici la signification des principales abréviations employées :

N. G. C. = *New general Cat. of nebulæ...*, par M. J.-L.-E. Dreyer;
Index Cat. = *Supplément* de N. G. C. (*Mem. of the R. A. S.*, vol. LI);
p = *angle de position*, compté suivant les conventions universellement adoptées;
d = *distance;*
gr = *grandeur*.

Numéros.	Ascension droite. (1900,0)	Déclinaison. (1900,0)	Date de la découverte, descriptions, remarques.
	h m s	° ′	
357.	0. 2. 9	+32. 3	1888, sept. 7. — Gr. 13,4. Diffuse, irrégulière et d'environ 20″ d'étendue; condensation à peu près centrale et un peu granuleuse.
358.	0.12.50	+29.30	1899, nov. 3. — Gr. 13,4-13,5; entrevue seulement.
359.	0.13.12	+29.32	1897, déc. 19. — Gr. 13. Elle est située entre deux étoiles de gr. 13,2 et 13,3 qui gênent pour l'apercevoir.
360.	0.16.25	+22.57	1897, nov. 22. — Gr. 13,4-13,5. Nettement nébuleuse et d'environ 30″ d'étendue.
361.	0.32.31	+ 2. 7	1896, nov. 28. — Gr. 13,5. Pourrait être la nébuleuse 164 N.G.C. dont l'ascension droite serait trop faible de 1^m.
362.	0.33.57	− 9.33	1897, déc. 16. — Gr. 13,2. Assez stellaire, un peu nébuleuse; voisine de 191 N.G.C. par rapport à laquelle elle est à $p = 160°$, $d = 0′,6$.

(1) Pour les nébuleuses des heures V et XV-XXIV, on trouvera plus de détails dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* (*Observations*). Voici, pour chacune de ces heures, le Volume qui la renferme :

Heures V...............	*Obs.* de 1898	Heures XVIII et XIX...	*Obs.* de 1891
» XV.............	» 1884	» XX et XXI.....	» 1897
» XVI et XVII....	» 1890	» XXII...........	» 1898
		» XXIII...........	» 1888

Voir aussi : G. Bigourdan, *Observations de nébuleuses et d'amas stellaires*, t. V; *Observations différentielles* : XVIII^h0^m-XXIV^h0^m. Ce Volume, paru en 1899, renferme toutes mes mesures des nébuleuses, nos 6544-7824 du *New general Catalogue*.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Date de la découverte, descriptions, remarques.
	h m s	° ′	
363.	0.36.00	+15.43	1858, déc. 3 et 1897 déc. 22. — Gr. 13,5. Stellaire; se trouve un peu en avant de 213 N.G.C.
364.	0.40.57	+29.22	1897, déc. 21. — Gr. 13,3-13,4. Fortement stellaire.
365.	0.41.56	+27.16	1899, nov. 8. — Gr. 13,4-13,5. Diffuse, large, 2′ de diamètre avec condensation granuleuse qui ressort à peine.
366.	0.47.15	+56. 3	1899, oct. 31. — Amas très large, sans condensation. Région de 281 N.G.C. qui a été aperçue.
367.	0.49.14	+31.57	1898, déc. 7. — Gr. 13,4-13,5. Objet demi-stellaire.
368.	1. 8.20	+ 1.34	1897, nov. 25. — Étoile de gr. 13,1; elle paraît entourée de nébulosité excessivement faible, dont la partie la plus brillante est, par rapport à l'étoile, à $p = 15°$, $d = 0',2$.
369.	1.21.20	— 2.10	1897, oct. 27. — Gr. 13,4-13,5. Nébulosité diffuse, de 30″ environ de diamètre et à peine plus brillante vers le centre.
370.	1.23.11	+33. 5	1899, janv. 8. — Nébulosité diffuse, que l'on ne peut bien apercevoir à cause du voisinage d'une étoile 13,2-13,3.
371.	1.28.31	—12.50	1897, oct. 29. — Gr. 13,4-13,5. Objet granuleux qui, par instants, a paru un peu nébuleux.

Rectifications et remarques.

Numéros.			
83	Big. = 6602 N.G.C.		L'ascension droite exacte est $18^h 10^m 48^s$ (1860,0).
88	Big. = 6975	»	Identique à 6976 N.G.C.
90	Big. = 7100	»	Les coordonnées exactes sont $21^h 32^m 13^s$ et 81° 40′ (1860,0).
207	Big. = 1204 Index Cat.		Distance polaire exacte : 19° 42′ (1860,0).
230	Big. = 1416	»	Ascension droite exacte : $21^h 51^m 42^s$ (1860,0).
274		»	Identique à 2783 N.G.C.
322		»	Identique à 5730 N.G.C.

N.G.C.	Corrections de N.G.C. Æ.	Corrections de N.G.C. Décl.	Coordonnées pour 1900,0 Æ.	Coordonnées pour 1900,0 Décl.	Dates des observations; remarques.
	m s	′	h m s	° ′	
7830...	—0.13	»	0. 0.52	+ 7.49	1885, déc. 1.
7836...	+1.12	+8	0. 2.50	+32.31	1888, sept. 7.
48...	—0.45	»	0. 8.47	+47.41	1890, oct. 13.
49...	—0.35	»	0. 9. 7	+47.41	1890, oct. 13.
51...	—0.32	»	0. 9.20	+47.42	1890, oct. 13.
52...	—0.20	»	0. 9.32	+18.1	1889, nov. 13.
74...	—0.10	»	0.13.37	+29.30	1886, sept. 29.
120	»	—5	0.22.23	— 2. 4	1890, nov. 16.

N.G.C.	Corrections de N.G.C. Æ.	Décl.	Coordonnées pour 1900,0 Æ.	Décl.	Dates des observations; remarques.
	m s	′	h m s	° ′	
155...	+0.11	»	0.29.36	−11.19	1890, oct. 21.
161...	−0.18	»	0.30.28	− 3.24	1890, oct. 9.
164...					Non trouvée; pourrait être identique à 361 Big. dont l'Æ est plus grande d'environ 1m.
195...	+0.25	−5	0.34.34	− 9.45	1897, déc. 16.
262...	−0.14	»	0.43.24	+31.24	1890, oct. 13.
281...	−0.11	»	0.47.16	+56. 3	1891, nov. 5.
309...	+0.10	»	0.51.41	−10.28	1897, oct. 26.
351...	−0.12	»	0.56.53	− 2.29	1897, oct. 25.
1819...	+0.11	»	5. 6.28	+ 5. 5	1888, déc. 6.
1906...	−0.15	»	5.20.17	−16. 2	1889, févr. 21.
1979...	−0.23	»	5.29.50	−23.23	1898, févr. 11.
2054...	+0.25	»	5.40.30	−10. 7	1891, déc. 26.
2175...	+0.13	»	6. 3.55	+20.31	1898, février 11.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe particulière de surfaces réglées.* Note de M. A. **Demoulin.**

« Je me propose de faire connaître une solution de la question suivante posée par M. Bricard dans le dernier fascicule du *Bulletin de la Société mathématique de France* (t. XXIX, p. 18) :

» *Déterminer la surface réglée la plus générale telle que le lieu des projections d'un point quelconque de l'espace sur ses génératrices soit une courbe sphérique.*

» Il est clair que le cône le plus général satisfait à la question.

» Une autre solution est fournie par un conoïde droit [1] admettant comme directrice curviligne l'intersection d'un cylindre de révolution renfermant l'axe du conoïde et d'une sphère quelconque. Relativement à des axes convenablement choisis, ce conoïde a pour équation

$$z^2 = \frac{ax^2 + by^2}{x^2 + y^2}.$$

» *Ces deux surfaces constituent la solution la plus générale du problème.*

---

[1] Le conoïde signalé par M. Bricard (*loc. cit.*) comme répondant à la question ne jouit pas de la propriété indiquée.

Pour le démontrer, nous considérons la surface cherchée comme engendrée par l'axe Oz d'un trièdre trirectangle $Oxyz$. L'origine O étant placée au point central de la génératrice, prenons pour plan des xz le plan tangent en O à la surface. Ce choix du trièdre est toujours permis, sauf dans le cas où la surface admettrait un plan directeur isotrope, hypothèse que nous écartons. Soient $\xi, \eta, \zeta, p, q, r$ les translations et les rotations du trièdre : ce sont des fonctions d'une variable t et deux d'entre elles sont nulles, savoir η et q. Dans le cas des surfaces développables, on a, en outre, $\xi = 0$ et le plan tangent à la surface le long de Oz coïncide avec le plan zOy.

» Soient x, y, z les coordonnées relatives d'un point fixe P pris arbitrairement dans l'espace ; sa projection H (O, O, z) sur la génératrice Oz décrit par hypothèse une courbe tracée sur une sphère de centre C(X, Y, Z).

» Les points P et C étant fixes, on a

$$(1) \qquad \left\{ \begin{array}{ll} \dfrac{dx}{dt} = -\xi + ry, & \dfrac{dX}{dt} = -\xi + rY, \\ \dfrac{dy}{dt} = pz - rx, & \dfrac{dY}{dt} = pz - rX, \\ \dfrac{dz}{dt} = -\zeta - py, & \dfrac{dZ}{dt} = -\zeta - pY. \end{array} \right.$$

» Nous exprimerons que le point H se meut en restant à une distance constante du point C en écrivant que la vitesse de ce point est perpendiculaire au segment CH ; d'où l'équation

$$(2) \qquad X\xi - Ypz - Zpy + pyz = 0.$$

» Si l'on dérive cette équation trois fois de suite et qu'on remplace les dérivées des variables x, y, z, X, Y, Z par leurs valeurs (1), on obtiendra trois nouvelles relations linéaires en X, Y, Z. L'élimination de X, Y, Z entre ces équations et l'équation (2), donne, sous forme d'un déterminant Δ égalé à zéro, une relation qui doit avoir lieu quels que soient x, y, z, t.

» Traitons d'abord le cas des surfaces développables. Si l'on introduit, dans l'équation $\Delta = 0$, l'hypothèse $\xi = 0$, et qu'on fasse en outre $x = y = 0$, il viendra

$$z^2(\zeta^3 + \text{des termes renfermant } z) = 0.$$

Le polynome entre parenthèses doit être identiquement nul ; il faut donc que l'on ait $\zeta = 0$. Par suite, le point O est fixe et la surface est un cône.

» Occupons-nous maintenant des surfaces gauches et, à cet effet, faisons dans l'équation $\Delta = 0$, $y = z = 0$, nous obtiendrons l'équation

$$\xi(r^4 x^4 + \text{des termes de degré inférieur}) = 0.$$

ξ n'étant pas nulle, le second facteur l'est identiquement et l'évanouissement du coefficient de x^4 donne $r = 0$. Cette condition, jointe à la condition $q = 0$, indiquée plus haut, nous permet de conclure que la surface cherchée admet un plan directeur.

» Rapportons la surface à un système de trois axes rectangulaires, le plan des xy étant pris parallèle au plan directeur, et soient

$$(g) \qquad z = \alpha, \qquad y = mx + \beta$$

les équations d'une génératrice variable de la surface. Tous les points situés sur une même parallèle à l'axe des z ayant même projection sur cette génératrice, il suffira de s'occuper des points du plan des xy.

» Pour déterminer la forme nécessaire des expressions de α et de β en fonction de m, écrivons que les projections des points $P_1(x_1, y_1, 0)$, $P_2(x_2, y_2, 0)$ sur la génératrice g appartiennent respectivement aux sphères

$$(S_1) \qquad x^2 + y^2 + z^2 + 2ax + 2by + 2cz + d = 0,$$
$$(S_2) \qquad x^2 + y^2 + z^2 + 2a'x + 2b'y + 2c'z + d' = 0;$$

il viendra, P, Q, R, P', Q', R' étant des constantes,

$$\alpha^2(1 + m^2) + \beta^2 m^2 + 2\alpha c(1 + m^2) + 2\beta(am^2 + b) = Pm^2 + 2Qm + R,$$
$$\alpha^2(1 + m^2) + \beta^2 m^2 + 2\alpha c'(1 + m^2) + 2\beta(a'm^2 + b') = P'm^2 + 2Q'm + R'$$

et ces équations donneront les valeurs des inconnues α et β.

» Exprimons maintenant que la projection du point $(x_3, y_3, 0)$, *pris arbitrairement dans le plan*, appartient à la sphère

$$x^2 + y^2 + z^2 + 2a''x + 2b''y + 2c''z + d'' = 0.$$

Il en résulte la condition

$$\alpha^2(1 + m^2) + \beta m^2 + 2\alpha c''(1 + m^2) + 2\beta(a''m^2 + b'') = P''m^2 + 2Q''m + R''.$$

» Si l'on porte, dans cette égalité, les valeurs trouvées pour α et β, on obtiendra une relation qui devra avoir lieu pour toutes les valeurs de m; on tirera de là un certain nombre de relations entre x_3, y_3, a'', b'', c'', d'' et les quantités analogues relatives aux couples (P_1, S_1), (P_2, S_2). Éliminons

entre ces relations les paramètres a'', b'', c'', d''; les relations restantes devront avoir lieu quels que soient x_3, y_3, et en égalant à zéro les coefficients des différents termes où figurent ces arbitraires, on obtiendra les relations nécessaires et suffisantes qui doivent exister entre les constantes qui définissent la surface. Pour simplifier les calculs, nous avons choisi les sphères S_1 et S_2 de manière que leurs centres soient situés sur une parallèle à l'axe des x. Ce choix ne serait inadmissible que dans le cas où le lieu des centres des sphères serait une droite non parallèle au plan des xy; or ce lieu est nécessairement une surface. En suivant la marche indiquée, on trouve que β doit satisfaire à une équation de la forme

$$y_0 = mx_0 + \beta,$$

d'où il résulte que la génératrice rencontre constamment à angle droit la parallèle à l'axe des z issue du point $(x_0, y_0, 0)$. La surface cherchée est donc un conoïde. Le conoïde indiqué plus haut étant le seul qui réponde à la question, on conclut de là le théorème énoncé. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation continue des surfaces.* Note de M. G. Tzitzeica.

« Dans une Communication faite dernièrement, M. Egorov s'occupe de la déformation continue d'une classe remarquable de surfaces (*Comptes rendus*, p. 302; 11 février 1901).

» Je dois rappeler que j'avais déjà communiqué une partie des résultats de M. Egorov (*Comptes rendus*, p. 1276; 1899). D'ailleurs, au moment de la publication de la Note de M. Egorov, je m'occupais d'une question bien plus générale : la recherche de toutes les surfaces qui admettent un réseau conjugué invariable dans une déformation continue.

» Je me suis placé dans un cas particulier, que je crois d'ailleurs être le cas général, et je l'ai complètement résolu. J'ai supposé que les surfaces applicables rapportées au réseau conjugué commun (u, v) étaient définies par des formules de la forme

$$x = \mathrm{A}f(u, v, a), \qquad y = \mathrm{B}f(u, v, b), \qquad z = \mathrm{C}f(u, v, c),$$

avec 5 relations entre A, B, C, a, b, c.

» Il est aisé de voir que tout est réduit à déterminer une fonction θ de u et de v et d'un paramètre t, telle que $\left(\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)^2$, $\frac{\partial\theta}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v}$ et $\left(\frac{\partial\theta}{\partial v}\right)^2$ soient des po-

lynomes du quatrième degré par rapport à t, et que θ satisfasse à une équation de Laplace de la forme

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = a\frac{\partial \theta}{\partial u} + b\frac{\partial \theta}{\partial v}.$$

» On a alors trois cas à étudier :

» 1. Ou bien

$$\frac{\partial \theta}{\partial u} = m\sqrt{R(t)}, \qquad \frac{\partial \theta}{\partial v} = n\sqrt{R(t)}$$

où m et n sont des fonctions de u et v, et $R(t)$ un polynome du quatrième degré en t ayant pour coefficients des fonctions de u et de v. On reconnaît tout de suite que *ce cas est impossible*.

» 2. Ou bien

$$\frac{\partial \theta}{\partial u} = p(t + m_1)(t + m_2),$$
$$\frac{\partial \theta}{\partial v} = q(t + m_3)(t + m_4)$$

où p, q et les m sont des fonctions de u et v. On démontre que *les surfaces qui correspondent à ce cas se déduisent de l'une d'entre elles par un déplacement dépendant d'un paramètre*.

» 3. Ou enfin

$$\frac{\partial \theta}{\partial u} = \beta(t + \alpha_1)\sqrt{(t + \alpha_3)(t + \alpha_4)},$$
$$\frac{\partial \theta}{\partial v} = \gamma(t + \alpha_2)\sqrt{(t + \alpha_3)(t + \alpha_4)}$$

où les α, β et γ sont des fonctions de u et v et $\alpha_1 \neq \alpha_2$, $\alpha_3 \neq \alpha_4$.

» J'ai démontré qu'à l'aide d'un changement convenable des variables u et v l'on peut écrire

$$\frac{\partial \theta}{\partial u} = \lambda\frac{\partial \omega}{\partial u}, \qquad \frac{\partial \theta}{\partial v} = \mu\frac{\partial \omega}{\partial v},$$

où

$$\omega = (t + u)^{\frac{3}{2}}(t + v)^{\frac{3}{2}},$$

et alors on peut énoncer le résultat suivant :

» *Toutes les surfaces qui correspondent à ce cas se déduisent des surfaces té-*

traédrales

$$x = A(a+u)^{\frac{3}{2}}(a+v)^{\frac{3}{2}},$$
$$y = B(b+u)^{\frac{3}{2}}(b+v)^{\frac{3}{2}},$$
$$z = C(c+u)^{\frac{3}{2}}(c+v)^{\frac{3}{2}},$$

à l'aide de transformations de Peterson. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Taylor et les étoiles correspondantes.* Note de M. **L. Desaint**, présentée par M. Picard.

« Étant donnée une série de Taylor

$$f(z) = \Sigma A(n) z^n,$$

le problème que j'ai en vue se pose de la manière suivante :

« Fixer les rapports entre la fonction

$$A(t)$$

» et la fonction $f(z)$, c'est-à-dire déterminer les liens qui existent entre » les singularités de la fonction $A(t)$ et les points singuliers de la fonc- » tion $f(z)$. »

» Remarquons tout d'abord que, sauf dans le cas d'une série de Taylor de rayon nul, on peut supposer le rayon de convergence de cette série égal à 1 et la série valable sur ce cercle. Nous pouvons alors réduire $A(t)$ à n'être qu'une fonction entière prenant pour la série des nombres entiers positifs la série de valeurs $A(1)$, $A(2)$, ..., $A(n)$, coefficients du développement taylorien; cela résulte des résultats de M. Borel (Mémoire sur les séries divergentes). Cependant, en formant la fonction entière qui dérive de la suite $A(1)$, $A(2)$, ..., $A(n)$, on perd un peu de vue la *forme* $A(n)$; c'est pourquoi j'ai cru bon d'énoncer des résultats tirés uniquement de cette forme. Le plus simple est le suivant :

» Étant donnée une série de Taylor valable dans le cercle et sur la circonférence de rayon *un*

$$f(z) = \Sigma A(n) z^n,$$

si la fonction $A(t)$ est uniforme et régulière à l'infini, la fonction $f(z)$ n'admet comme singularités à distance finie que des points situés sur la

partie de l'axe des quantités réelles positives étendue de $z = 1$ à l'infini. La fonction $f(z)$ est, de plus, donnée dans tout le plan en dehors de cette partie de l'axe par la formule

$$f(z) = \sum_{n=0}^{n=N-1} A(n) z^n + \frac{z^N}{2\pi i} \int_\gamma dt \int \frac{A(t) y^{N-t-1} dy}{1 - zy},$$

où γ désigne ici un contour entourant les singularités de $A(x)$ et N un nombre entier immédiatement supérieur à la partie réelle de tous les points singuliers de $A(t)$.

» Ce théorème est susceptible d'extensions.

» Étant donnée une série de Taylor

$$f(z) = \sum A(n) z^n,$$

valable dans le cercle et sur le cercle de rayon 1, si la fonction

$$A(t)$$

est continue pour les valeurs infinies à partie réelle nulle ou positive de la variable, la fonction $f(z)$ n'admet à distance finie comme singularités que des points situés sur la partie de l'axe des quantités réelles positives qui s'étend de $z = 1$ à l'infini. La fonction $f(z)$ est, de plus, représentée dans toute l'étoile par la formule

$$f(z) = \sum_{n=0}^{n=N-1} [A(n) - a] z^n + \frac{a}{1 - z} + \frac{z^N}{2\pi i} \int_\gamma dt \int_0^1 \frac{A(t) y^{N-t-1} dy}{1 - zy},$$

où γ désigne un contour comprenant un demi-cercle dont le centre est l'origine, et deux positions de l'axe des quantités purement imaginaires ; de plus, a est une constante, et N un nombre entier fini.

» Plus généralement :

» Lorsque la fonction

$$A(t)$$

devient infinie pour des valeurs infiniment grandes de la variable comprises dans un angle $\mathcal{A}$ au plus égal à π, désignons par α l'angle d'un des côtés de $\mathcal{A}$ $\left(0 < |\alpha| < \frac{\pi}{2}\right)$ avec la partie positive de l'axe des quantités réelles; la fonction $f(z)$ définie par la série

$$f(z) = \sum A(n) z^n$$

a ses points singuliers sur la spirale

$$1 - zye^{i\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)} = 0 \qquad \text{si} \qquad \alpha > 0$$

et sur la spirale

$$1 - zye^{-i\left(\frac{\pi}{2}-|\alpha|\right)} = 0 \qquad \text{si} \qquad \alpha < 0.$$

Cette proposition est susceptible d'une grande généralisation; seulement ici les points singuliers de la fonction sont moins bien déterminés par la série de Taylor; cette proposition s'énonce ainsi :

» Étant donnée une série de Taylor

(1) $$f(z) = \sum A(n) z^n,$$

si la fonction $A(x)$ est *holomorphe à l'infini* à l'intérieur d'un angle aussi petit que l'on veut, d'ailleurs, dont le sommet est l'origine et qui contient l'axe des quantités réelles positives, la fonction $f(z)$ n'admet sur son cercle de convergence comme point singulier que le point $z = 1$; sous la simple condition à laquelle satisfait $A(x)$, le cercle de convergence de la série de Taylor n'est donc jamais une coupure pour $f(z)$; il est, de plus, possible d'avoir immédiatement la représentation de $f(z)$ à l'intérieur d'une région plus étendue que son cercle de convergence.

» La fonction $f(z)$ s'écrit, en effet,

$$\begin{aligned} f(z) = a_0 + \sum_0^{N-1} [A(n) - a] z^n + \frac{a}{1-z} - \frac{z^N}{2\pi i}\int_{C_1} A(t)\,dt \int \frac{y^{N-t-1}\,dy}{1-zy} \\ - \frac{ze^{i\alpha'}}{2\pi i}\int_{D_1} A(t)\,dt \int \frac{y^{-te^{i\alpha'}}\,dy}{1-zy^{e^{i\alpha'}}} - \frac{ze^{-i\beta'}}{2\pi i}\int_{D_2} A(t)\,dt \int_0^1 \frac{y^{-te^{-i\beta'}}\,dy}{1-zy^{e^{-i\beta'}}}, \end{aligned}$$

où $\alpha' = \frac{\pi}{2} - \alpha$, $\beta' = \frac{\pi}{2} - \beta$, les angles α et β étant les angles des rayons limites qui, de part et d'autre de l'axe des quantités réelles positives, limitent la région où $A(x)$ est holomorphe à l'infini.

» Nous avons développé la correspondance qui existe entre les circonstances du point singulier essentiel de $A(x)$ à l'infini et la nature analytique de $f(z)$. Ceci peut se compléter lorsque $A(x)$ admet seulement un pôle d'ordre k à l'infini :

» Étant donnée une série

$$f(z) = \sum A(n) z^n,$$

si $A(x)$ admet l'infini comme pôle d'ordre k la fonction $f(z)$ a tous ses points singuliers sur la partie de l'axe des quantités réelles positives qui s'étend du point $z = 1$ à l'infini.

» La fonction $f(z)$ est, en effet, déterminée par la formule

$$f(z) = b\left[\frac{a_0}{1-z} + \ldots + \frac{a_{k+1}}{(1-z)^{k+1}}\right] + \frac{z^N}{2\pi i}\int_\gamma \frac{A(t)y^{N-t-1}}{t^k}\,dt \int \varphi_k(zy)\,dy,$$

où

$$\varphi_k(z) = \frac{a_0}{1-z} + \ldots + \frac{a_{k+1}}{(1-z)^{k+1}},$$

b, a_0, ..., a_{k+1} étant des constantes et N un nombre entier positif. »

MÉCANIQUE. — *Procédé pratique pour la correction de l'erreur secondaire des chronomètres.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« L'erreur secondaire de compensation, découverte par Dent en 1833, consiste, comme on sait, dans le fait qu'un chronomètre réglé à deux températures déterminées ne l'est à aucune autre température. Dans l'emploi d'un spiral d'acier et d'un balancier compensateur acier-laiton, un chronomètre ayant une marche parfaite à 0° et à 30° avance de 2^s à $2^s,5$ à 15°, et retarde au-dessous de 0° ou au-dessus de 30°. Les spiraux de palladium donnent une erreur secondaire sensiblement moindre, et sont beaucoup employés aujourd'hui en raison des facilités qu'ils offrent pour le réglage approché à toute température. Mais ces spiraux conservent moins bien leur marche que ceux d'acier, et plusieurs fabricants de chronomètres, parmi les plus réputés, préfèrent, pour obtenir des marches parfaites, s'en tenir au spiral d'acier, et ajouter au balancier compensateur des organes auxiliaires modifiant la loi de son action.

» Je vais montrer comment on peut, par l'emploi des aciers au nickel, compenser parfaitement les variations d'élasticité du spiral avec un balancier de forme ordinaire.

» Yvon Villarceau (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. VII), exprime la variation de la courbure d'une lame bimétallique par l'équation

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{\theta - \theta_0}{h},$$

dans laquelle ρ_0 et θ_0 désignent deux valeurs de départ du rayon ρ et de la température θ ; h représente en abrégé une expression assez compliquée, mais dont un terme impor-

tant s'annule lorsque les épaisseurs relatives des métaux de la bilame sont choisies de telle sorte que l'action de celle-ci soit un maximum, condition que l'on cherche toujours à réaliser dans la pratique; h se réduit alors à $\frac{2}{3}\frac{e}{\alpha_2 - \alpha_1}$, e étant l'épaisseur de la lame, α_1 et α_2 les coefficients de dilatation des deux métaux qui la composent, pris à la température considérée.

» La loi de variation de h dépend essentiellement des modifications de la différence $\alpha_2 - \alpha_1$ avec la température. Or, si l'on se reporte aux valeurs de α_1 et α_2 pour l'acier et le laiton résultant des mesures faites par M. J.-R. Benoît au moyen de l'appareil Fizeau, on trouve que leur différence est une fonction sensiblement linéaire de la température, les termes quadratiques étant à peu près identiques pour les deux métaux. On en conclut que l'erreur secondaire provient presque en entier du terme du second ordre de la formule exprimant la variation de l'élasticité de l'acier. La correction de ce terme ne pourra être obtenue, dans un balancier à lames circulaires, que par la combinaison de métaux ou alliages dont les dilatations aillent en s'écartant à mesure que la température s'élève.

» Or il se trouve que la loi de dilatation des aciers au nickel est affectée d'un deuxième terme très variable d'un alliage à l'autre, et qui est négatif pour tous les alliages contenant de 36 à 47 pour 100 de nickel environ. On peut donc trouver, dans cette région, des alliages qui, associés au laiton, pourront donner la divergence progressive cherchée.

» Une série de balanciers ainsi constitués, construits sur mes indications par M. J. Vaucher-Ferrier, à Travers (Suisse), et expérimentés par M. Paul-D. Nardin, au Locle, ont donné d'emblée des résultats très satisfaisants, qui ont engagé M. Nardin à adopter, depuis près de deux ans, ces balanciers pour tous les chronomètres qu'il construit.

» Je donnerai, à titre d'exemple, les résultats des observations aux températures faites à l'observatoire de Neuchâtel sur trois chronomètres de marine récemment construits par M. Nardin; la première m'a été obligeamment communiquée par le regretté Dr Hirsch, les deux autres par M. le Dr Arndt :

I.		II.		III.	
Température.	Marche diurne ([1]).	Température.	Marche diurne.	Température.	Marche diurne.
°	s	°	s	°	s
8,8	+ 2,80	10,7	− 0,30	12,9	+ 0,21
0,5	+ 2,32	0,8	− 0,24	0,4	− 0,51
0,6	+ 2,67	1,0	− 0,35	0,4	− 0,71
0,8	+ 2,71	1,2	− 0,26	0,4	− 0,42
10,3	+ 3,33	13,0	+ 0,09	10,9	+ 0,12
10,2	+ 3,07	12,9	+ 0,13	10,9	− 0,05
9,5	+ 3,02	13,3	+ 0,61	10,6	+ 0,15
				9,6	+ 0,18
30,7	+ 2,85	32,8	+ 0,50	32,8	− 0,60
31,9	+ 3,25	32,7	+ 0,13	32,6	− 0,33
31,4	+ 3,30	32,2	+ 0,16	31,8	+ 0,19
9,2	+ 3,05	12,6	− 0,27	12,0	− 0,35
8,9	+ 2,91	12,0	− 0,60	12,4	− 0,07
		10,9	− 0,42	12,5	+ 0,15

([1]) Le signe + indique l'avance.

» On voit, à l'inspection du Tableau, que la marche des trois chronomètres s'est remarquablement conservée du commencement à la fin des épreuves thermiques, ce qui atteste la bonne conservation du balancier. Les perturbations que l'on observe dans les jours de passage, et qui proviennent de l'inégale répartition de la température, disparaissent rapidement, montrant ainsi que les déformations permanentes ne sont pas à craindre. Enfin, les écarts d'une température à l'autre sont du même ordre de grandeur que les sauts quotidiens à la même température, lesquels renferment à la fois les écarts réels du chronomètre et de l'horloge de comparaison et les erreurs des observations. Les différences des marches diurnes sont très petites, et, fait essentiel, les marches aux températures moyennes s'écartent très peu de la moyenne des marches aux températures extrêmes. Pour les deux premiers chronomètres, l'erreur secondaire est de l'ordre du dixième de seconde; pour le troisième, elle atteint $0^s,4$ environ. Mais, même ici, cette erreur peut n'être qu'apparente; elle résulte d'un calcul dans lequel on fait entrer toutes les observations à l'exception de celles des jours de passage. Mais, en choisissant convenablement les marches diurnes que l'on combine, on peut ou l'annuler sensiblement ou la doubler, ce qui montre que, pour le nombre restreint des observations dont on dispose, une erreur secondaire rigoureusement nulle, pour ce troisième chronomètre, ne sort pas de l'incertitude probable du résultat. On peut, en tous cas, tirer de ces observations, corroborées par beaucoup d'autres, le résultat que, par l'emploi du nouveau balancier, combiné avec un spiral d'acier, les marches d'un chronomètre à toute température peuvent être ramenées dans les mêmes limites d'écart que les marches à la même température.

» Des résultats analogues ont été obtenus avec des chronomètres de poche par M. Nardin et par M. P. Ditisheim à La Chaux-de-Fonds.

» Je dirai enfin que l'emploi de l'acier-nickel a permis de réaliser un autre perfectionnement du balancier. La dilatabilité moyenne de cet acier étant faible, on a pu, en l'associant au laiton, employer des lames plus courtes et plus robustes. La forme définitivement adoptée consiste en quatre lames égales partant symétriquement des deux extrémités du bras et chargées de masses égales. De cette façon, l'action de la force centrifuge est parfaitement symétrique, n'entraîne aucune torsion du bras et modifie beaucoup moins le moment d'inertie du balancier que dans la forme ordinaire. Les corrections auxiliaires d'isochronisme ont pu ainsi être sensiblement réduites. »

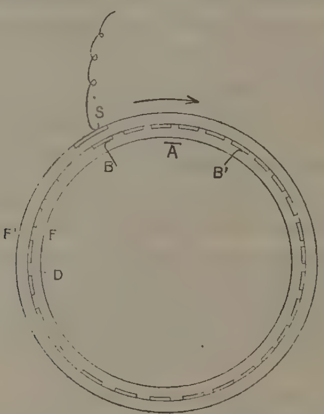
ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'existence des courants ouverts.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. Poincaré.

« J'ai montré précédemment [1] que la *convection électrique* ne produit pas d'effet magnétique. Il en résulte qu'il doit exister des courants ouverts.

» Pour vérifier leur existence, j'ai fait, sur le conseil de M. H. Poincaré, l'expérience suivante :

» Un disque en ébonite D de 37^{cm} de diamètre et $2^{mm},5$ d'épaisseur, a été doré suivant vingt-cinq secteurs radiaux de 34^{cm} de diamètre extérieur, 14^{cm} de diamètre intérieur et distants les uns des autres de 10^{mm}.

» Ce disque tourne autour d'un axe horizontal passant par son centre, entre deux plateaux fixes F et F′ en ébonite.



» Le plateau F′ porte un secteur d'étain S ayant mêmes rayons que les secteurs mobiles, mais deux fois plus large qu'eux.

» En face de S se trouve, sur le plateau F, un balai B qui frotte sur les secteurs mobiles; B est relié à un second balai B′, décalé d'environ 60° par rapport à B et placé aussi sur F.

» Si l'on fait tourner D dans le sens de la flèche, puis qu'on relie S à une source électrique, les secteurs mobiles se chargeront par influence en passant au contact de B et viendront se décharger sur B′.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1544; t. CXXXI, p. 797; t. CXXXII, p. 327.

» Il y aura donc entre B et B′, d'une part *convection*, d'autre part *conduction*.

» Le potentiel en S est de 100 à 130 C. G. S. électrostatiques; la distance entre S et les secteurs mobiles, d'environ 5^{mm}; la vitesse du disque, de 65 à 85 tours par seconde; la quantité d'électricité transportée par convection est de 2×10^{-4} à 10^{-4} coulomb par seconde; le courant *mesuré* dans le fil qui relie B à B′ est, en effet, de 2×10^{-4} à 10^{-4} ampère.

» Entre les deux balais, au niveau du bord supérieur de la dorure du disque tournant et à 15^{mm} en avant de celui-ci, on a placé l'aiguille inférieure A d'un système astatique dont l'aiguille supérieure se trouve à 20^{cm} au-dessus.

» Une spire conductrice, de diamètre égal à celui de la partie moyenne de la dorure du disque tournant, est fixée dans une position symétrique de cette région par rapport à l'aiguille inférieure du système astatique.

» Celui-ci est réglé de telle façon qu'un courant de 10^{-4} ampère circulant dans cette spire témoin produit une déviation de 15^{mm} sur une échelle placée à 4 mètres de distance.

» Le mode opératoire est le suivant :

» 1° Dans une première expérience, on relie les balais B et B′ à un galvanomètre par des fils qui passent loin de A et sont d'ailleurs symétriques par rapport à A, de façon que leur action magnétique est nulle. La seule partie du circuit qui peut alors agir sur l'aiguille A est la convection entre B et B′.

» Dans ces conditions, le disque étant mis en rotation, si l'on vient à charger S, on observe une déviation du galvanomètre, tandis que le système A reste immobile.

» On vérifie du reste que, en envoyant dans la spire témoin un courant égal à celui mesuré par la déviation du galvanomètre, A prend une déviation notable; cette vérification se fait sans arrêter le disque ni décharger le secteur S.

» 2° Dans une seconde expérience, les balais B et B′ sont réunis par un fil conducteur de résistance égale à celle du galvanomètre, et collé sur le disque F, au niveau de la spire témoin.

» On observe alors, au moment où l'on charge S et en prenant des précautions convenables pour que la décharge ne soit pas oscillante entre les deux balais, une déviation permanente de A, qui cesse dès qu'on relie S au sol.

» Cette déviation change de sens avec celui de la charge de S. Elle est d'ailleurs égale à celle que donne sur A le courant témoin de l'expérience précédente.

» *Il semble donc bien que le courant qui circule en* BB′B *est un courant ouvert.*

» On remarquera, de plus, que la première partie de l'expérience constitue une forme très nette de transport d'électricité par convection, sans effet magnétique ; tous les facteurs de cette expérience sont mesurés ; le calcul, et par conséquent les erreurs d'interprétation auquel il pourrait donner lieu, se trouvent complètement éliminés. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'osmose à travers la membrane de ferrocyanure de cuivre.* Note de M. G. **Flusin**, présentée par M. A. Haller.

« L'étude de l'osmose à travers la membrane, dite *semi-perméable*, de ferrocyanure de cuivre, n'est pas sans présenter quelques difficultés expérimentales qui expliquent peut-être le nombre restreint des travaux entrepris sur ce sujet, que les considérations théoriques de Van't Hoff ont pourtant mis en lumière.

» On s'est attaché jusqu'à présent à mesurer la pression osmotique, plutôt que la vitesse d'osmose ; je me suis proposé de rechercher quelle relation existait entre ces deux grandeurs. On a été, d'autre part, assez facilement porté à admettre que l'imperméabilité de la membrane de ferrocyanure pour les substances dissoutes était générale ; l'analyse de l'eau dans laquelle est plongé le vase poreux servant de support à la membrane montre qu'il n'en est pas toujours ainsi.

» Le procédé décrit par Pfeffer (¹) pour produire la membrane précipitée *sur la paroi interne* du vase poreux est celui qui m'a donné les meilleurs résultats ; j'ai pu réussir 10 pour 100 des vases traités. J'ai adopté aussi la méthode publiée par ce savant pour la détermination de la pression osmotique.

» Pour mesurer les vitesses d'osmose, je remplace le manomètre par un tube horizontal gradué, de 1^{mm} de diamètre intérieur ; tout l'appareil étant rigoureusement maintenu à 0°, la vitesse de déplacement du ménisque dans le tube reste sensiblement constante pendant plus de vingt-quatre heures. La longueur moyenne en millimètres parcourue dans une heure représente la vitesse d'osmose. J'ai toujours, après chaque expérience, analysé l'eau extérieure au vase poreux et dosé, s'il y avait lieu, les substances dissoutes.

(¹) *Osmotische Untersuchungen*, Leipzig, 1877.

» Le Tableau suivant résume mes observations relatives aux pressions osmotiques, celles-ci étant exprimées en centimètres de mercure et les concentrations rapportées à 100gr d'eau :

	Pression observée réduite à 0°.	Pression théorique à 0°.	Poids de substance ayant traversé la membrane.	Durée de l'expérience.
	cm	cm	mgr	
Vase I : Saccharose à 2 pour 100..	96,3	98,6	0,0	41
Vase V : Saccharose à 2 pour 100..	98,1	98,6	0,0	92
Vase I : Saccharose à 1 pour 100..	44,1	49,3	0,0	126
Vase II : Amygdaline à 1 pour 100.	36,0	37,1	0,0	119
Vase IV : Antipyrine à 1 pour 100..	89,6	90,2	0,4	96
Vase I : Urée à 1 pour 100.......	28,2	282,7	141,0	234

» L'accord est satisfaisant entre les nombres observés et les nombres théoriques, sauf pour l'urée, qui accuse seulement une pression dix fois plus petite que celle indiquée par le calcul. L'explication de cet écart considérable est évidente si l'on remarque que l'urée a passé en grande partie dans le liquide extérieur, tandis que les autres substances n'ont pas traversé la membrane en quantité appréciable.

» La vitesse d'osmose n'est pas, comme la pression osmotique, indépendante de la surface et de l'épaisseur de la membrane : elle varie notablement suivant les vases employés. Le nombre qui exprime la vitesse d'osmose d'une solution n'a donc aucune signification en valeur absolue. Mais si nous déterminons, pour différents vases pris successivement et à la température de 0°, les vitesses V et V′ de deux solutions de même concentration, nous trouvons que le quotient $\frac{V}{V'}$ est constant et ne dépend plus du vase qui a servi à effectuer les mesures. Nous allons voir que ce rapport est égal au rapport $\frac{P}{P'}$ des pressions osmotiques des dissolutions considérées.

» Les résultats consignés ci-dessous se rapportent à une concentration de 1gr de substance dans 100gr d'eau ; P représente la pression osmotique théorique, V la vitesse d'osmose à 0°, Q le poids en milligrammes de corps dissous ayant traversé la membrane, D la durée de l'expérience en heures.

		P.	V.	$\frac{P}{P'}$.	$\frac{V}{V'}$.	Q.	D.
		cm	mm			mgr	h
Vase II..	Glucose.....	94,0	5,3	1,91	1,96	Traces.	20
	Saccharose..	49,3	2,7	0,17	0,82	0,0	25
	Urée........	282,7	3,3			17,0	25
Vase III.	Glucose.....	94,0	7,4	1,91	1,76	0,0	27
	Saccharose..	49,3	4,2	0,55	0,51	0,0	43
	Antipyrine..	90,2	8,2	0,96	0,93	0,5	31
	Glucose.....	94,0	8,8			0,0	27
Vase V...	Glucose.....	94,0	4,0	1,91	1,90	0,0	27
	Saccharose..	49,3	2,1			0,0	43

» De l'examen des nombres précédents, il résulte que, pour un même vase, les vitesses d'osmose sont proportionnelles aux pressions osmotiques et, par conséquent, inversement proportionnelles aux poids moléculaires. L'anomalie présentée encore ici par l'urée n'infirme en rien cette conclusion : la membrane est, en effet, perméable à cette substance, ainsi que le démontre l'analyse du liquide extérieur, et la séparation du corps dissous et du dissolvant n'est, dès lors, plus complète, condition indispensable pour assurer aux lois de la théorie moderne des solutions leur entière rigueur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages d'aluminium. Combinaisons de l'aluminium et du tungstène.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

« M'étant proposé l'étude systématique de certains alliages d'aluminium, j'ai cherché tout d'abord à isoler les combinaisons de l'aluminium avec les divers métaux entrant dans ces alliages.

» A cet effet, j'ai employé, suivant les conseils de M. Matignon, la méthode indiquée par M. Goldschmidt pour la préparation de certains métaux réfractaires. Cette méthode, basée sur le pouvoir réducteur de l'aluminium, consiste à mélanger l'oxyde du métal que l'on se propose d'obtenir avec de l'aluminium en grains ou en poudre et à enflammer ce mélange par l'intermédiaire d'une poudre faite de bioxyde de baryum et d'aluminium.

» Mes premières recherches ont porté sur la réduction de l'acide tung-

stique, de l'acide molybdique, de l'oxyde magnétique de fer, de l'oxyde salin de manganèse, du bioxyde d'étain et de l'acide titanique par l'aluminium en excès.

» M'étant aperçu, dans des expériences préliminaires, que l'on obtenait des résultats absolument différents suivant la grosseur du grain d'aluminium et la quantité totale du mélange, j'ai adopté le grain qu'on obtient en fractionnant l'aluminium en grains du commerce entre les tamis 20 et 30, et j'ai toujours opéré sur 3^{kg} de matière.

» Dans un creuset préalablement brasqué à la main au moyen d'un mélange de 90 parties de MgO calcinée à haute température et de 10 parties de MgO cuite à basse température, arrosé des $\frac{3}{5}$ de son poids d'eau et bien desséché, on place le mélange d'oxyde en poudre ou en grains très fins et d'aluminium en grains fait en proportions théoriques pour produire la réaction que l'on se propose, et l'on enflamme à l'aide du mélange $BaO^2 + Al$.

» Des premières recherches que j'ai faites on peut tirer les conclusions générales suivantes :

» 1° Lorsqu'on se propose la réduction d'un oxyde qui est volatil à la température de la réaction, on obtient généralement des cristaux d'une combinaison d'aluminium et du métal qui correspond à l'oxyde employé;

» 2° Avec les oxydes qui ne sont pas volatils à la température de la réaction, on obtient un culot métallique ayant parfois une structure cristalline et dont on peut isoler des combinaisons métalliques en dissolvant Al en excès par HCl ou KOH étendus.

» Dans la présente Note, j'indiquerai plus spécialement les résultats obtenus en réduisant l'acide tungstique par l'aluminium, en présence d'un excès plus ou moins important de ce métal.

» On est limité, d'une part, par la réaction correspondant au tungstène pur, et d'autre part par la non-inflammation du mélange provenant d'un trop grand excès d'aluminium; la limite d'inflammation est donnée par la réaction correspondant à $Al^{10}Tu$:

» 1° Les expériences faites avec des proportions de matières comprises entre les quantités qui théoriquement conduiraient à des alliages $AlTu^{10}$ et Al^5Tu donnent des culots métalliques qui, traités par l'eau régale concentrée, laissent un résidu parfaitement cristallisé, correspondant à la formule $AlTu^2$.

» Pour analyser ce résidu, je l'ai attaqué par Na^2O^2, seul procédé qui donne de bons résultats; mais, comme ce produit contient toujours de l'alumine, on ne peut doser

ainsi que le tungstène; cette opération se fait après séparation de l'alumine par l'ammoniaque, en précipitant Tu en liqueur neutre par le nitrate mercureux [1]; j'ai trouvé :

Tu pour 100.			Tu calculé pour $AlTu^2$.
93,65	93,93	93,43	93,16

» Ces cristaux sont faiblement attaqués par les acides concentrés; ils sont décomposés par l'eau bouillante.

» 2° Les expériences faites avec des proportions de matières comprises entre les quantités qui conduiraient théoriquement à des alliages AlTu et $Al^{10}Tu$ donnent d'abondants cristaux lamellaires qui paraissent ternes, à cause d'une mince couche d'aluminium qui les recouvre. On les trouve entre le culot métallique et le corindon, particulièrement sur la périphérie. Ces cristaux correspondent à la formule Al^4Tu. L'expérience qui donne les meilleurs résultats est celle qui correspond aux proportions théoriques conduisant à cette composition.

» Pour les analyser, on les lave à HCl et à AzH^3, puis on les traite par l'eau régale concentrée, qui les dissout facilement. On insolubilise TuO^3 formé par dessiccation et traitement à HCl, et l'on reprend par l'eau en présence de chlorhydrate d'ammoniaque.

» L'aluminium en solution est précipité par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» J'ai trouvé ainsi :

	1re analyse.	2e analyse.	Calculé.
Aluminium.......	36,61	37,08	36,98
Tungstène........	63,32	62,90	63,02
	99,93	99,98	100,00

» Ces cristaux sont facilement attaqués par les acides concentrés.

» 3° Les expériences faites avec des proportions de matières comprises entre les quantités qui, théoriquement, conduiraient à des alliages Al^3Tu

(1) Au cours de ces analyses, j'ai remarqué le phénomène suivant que je me réserve d'étudier ultérieurement : l'attaque des cristaux par Na^2O^2 était faite dans une capsule de nickel; la capsule ainsi que son contenu étaient traités par l'eau bouillante, puis bien lavés. Le précipité obtenu était filtré, et une partie de l'alumine restait sur le filtre, alors qu'elle aurait dû passer totalement en solution sous forme d'aluminate de soude; il est même arrivé à plusieurs reprises que la liqueur filtrée était d'une teinte verte très accusée et contenait du nickel.

et $AlTu^5$ donnent des cristaux formant des amas magnifiques à la surface du culot métallique; ils correspondent à la formule Al^3Tu.

» Ils sont très difficilement solubles dans l'eau régale concentrée, et pour les analyser il est préférable de les attaquer par Na^2O^2, comme je l'ai indiqué à propos des cristaux de formule $AlTu^2$. J'ai trouvé :

Tu pour 100	69,85	70,32	70,32
Tu, calculé pour Al^3Tu	69,44	»	»

» Ces cristaux sont peu attaqués par les acides, même concentrés; ils sont décomposés, comme les deux autres combinaisons, par l'eau bouillante.

» Je me réserve d'étudier ultérieurement l'action de O, Cl, H^2O, etc., sur ces combinaisons, ainsi que leurs chaleurs de formation.

» Ces expériences, faites avec TuO^3, sont dangereuses; elles se font avec pertes et projections abondantes. Les pertes ont lieu surtout sous forme d'oxyde vert.

» Lorsqu'on répète ces expériences en partant de TuO^2, préparé par l'action de H sur TuO^3, on obtient des cristallisations beaucoup plus rares et des résultats bien moins nets. La limite d'inflammation est d'ailleurs abaissée.

» Dans une prochaine Note, j'indiquerai les résultats que j'ai obtenus avec les oxydes de molybdène, de titane, d'étain, de fer, de manganèse, etc. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un iodoantimoniure de mercure.* Note de M. **Albert Granger**, présentée par M. Ditte.

« Nous avons déjà montré que le mercure, chauffé en présence d'iodure de phosphore, se changeait en iodure et phosphure de mercure. Nous avons cherché si, en généralisant la réaction, nous pourrions isoler des arséniure, antimoniure et bismuthure de mercure. La présente Note a pour but de faire connaître les résultats obtenus en faisant réagir le mercure sur le triiodure d'antimoine.

» Chauffés en tubes scellés au voisinage de 300° pendant vingt heures, ces deux corps se transforment en biiodure de mercure et en un composé qui n'est pas un antimoniure, mais un iodoantimoniure de mercure. Il est indispensable, pour pouvoir opérer la séparation de l'iodure et de l'iodoantimoniure, de ne pas avoir de mercure inattaqué dans le tube. Nous avons eu un rendement satisfaisant en prenant 40^{gr} de

mercure et 120^{gr} d'iodure d'antimoine. La séparation des produits de la réaction ne peut être opérée en dissolvant l'iodure de mercure dans l'iodure de potassium; ce procédé, qui nous avait parfaitement réussi pour la purification du phosphure de mercure, a échoué complètement dans le cas présent, le réactif détruisant à la longue l'iodoantimoniure de mercure. Il faut recourir au sulfite de sodium; une solution de ce sel dissout facilement l'iodure de mercure, surtout si l'on a soin de la chauffer légèrement. Après lavages, il reste un corps gris, brillant, nettement cristallisé, qui, outre de l'antimoine et du mercure, renferme une notable quantité d'iode.

» L'iodoantimoniure de mercure se présente sous forme de prismes bacillaires présentant un clivage facile, peut-être g_1. La forme, l'éclat et la couleur des cristaux rappellent beaucoup la stibine. Pourtant on ne remarque pas le reflet bleuté que l'on constate sur ce dernier minéral. La dureté du corps est peu élevée; il s'écrase facilement sous le pilon en donnant une poudre à reflets rougeâtres.

» L'iodoantimoniure de mercure est décomposable par la chaleur. Chauffé doucement, il laisse dégager de l'iodure de mercure et du mercure métallique en donnant un résidu d'antimoine. A froid, le chlore l'attaque et la réaction est très vive si l'on fait intervenir la chaleur; le brome agit de même. L'acide chlorhydrique est sans action. L'acide azotique le transforme en antimoniate de mercure et iodure de mercure. Chauffé avec de l'acide sulfurique, l'iodoantimoniure se dissout en dégageant de l'acide sulfureux pendant que de l'iodure de mercure est mis en liberté. L'eau régale dissout rapidement l'iodoantimoniure.

» Une solution de perchlorure de fer dissout à chaud le composé; l'iode se dégage en totalité. A froid, le zinc et l'acide sulfurique étendu agissent avec lenteur, plus rapidement à chaud; il se dégage de l'hydrogène antimonié, et l'iode reste à l'état d'iodure de zinc pendant que le zinc s'amalgame. La décomposition complète ne s'effectue que très difficilement dans cette dernière réaction.

» L'analyse donne comme composition à ce corps $Hg^5 Sb^4 I^4$; si l'on tient compte du dédoublement produit par l'acide azotique, on peut écrire la formule $Hg^3 Sb^4 2 Hg I^2$. Cette formule est plus intéressante que la première, car l'antimoniure de mercure mis ainsi en évidence a même formule que le phosphure de mercure $Hg^3 P^4$.

» Pour analyser ce composé, nous avons déplacé l'iode par le perchlorure de fer; puis, dans une attaque à l'eau régale, nous avons précipité le mercure et l'antimoine à l'état de sulfures. On redissout ces sulfures et l'on sépare le mercure à l'état de calomel; on dose l'antimoine sous la forme de sulfure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un échantillon de chaux cristallisée.* Note de M. **Ad. Jouve**, présentée par M. H. Moissan.

« L'obtention de la chaux cristallisée a été relatée par MM. S. Meunier et Levallois, qui ont rencontré cet échantillon dans un four à chaux chauffé à l'oxyde de carbone (*Comptes rendus*, 28 juin 1880). Le produit de la décomposition contenait de petits cubes polarisant la lumière, contenant 96 à 97 pour 100 de chaux, le reste étant formé de silice et d'alumine.

» En 1891, M. Moissan a obtenu d'une façon courante la cristallisation de l'oxyde de calcium, en employant l'action directe de la chaleur du four électrique sur la chaux. Celle-ci fond, peut même se volatiliser et, par refroidissement, cristallise en donnant des cristaux comparables à ceux de MM. Meunier et Levallois et d'une densité de 3,29. (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1034).

» J'ai obtenu, accidentellement, une autre variété cristalline d'oxyde de calcium. Voici dans quelles circonstances :

» Un four à carbure avait été arrêté avant que la transformation du mélange de chaux et de charbon fût complète, c'est-à-dire après une action très courte de l'arc électrique. Après quelque temps d'inaction, en procédant à l'enlèvement de ce mélange, j'ai observé la présence de sortes de petites géodes contenant de petits cristaux aiguillés répartis autour de plusieurs centres; à côté de ces cristaux se trouvaient des lamelles brillantes de graphite.

» Cette disposition était surtout accentuée dans les portions qui n'avaient été soumises qu'à une température insuffisante; on n'en trouvait pas dans le centre, où il existait un noyau de carbure. Cependant on a pu trouver de ces cristaux à l'extrémité même de l'anode. En certains endroits, les aiguilles atteignaient plusieurs millimètres de longueur.

» J'ai isolé, non sans quelques difficultés, quelques-uns de ces cristaux, très légers et très ténus, et je les ai soumis à l'analyse. Ils répondent en moyenne à une teneur de 98,5 pour 100 de chaux, avec un peu de carbone qui en enfume quelques-uns très légèrement. Ils contiennent quelquefois aussi un peu de carbure qui, probablement, y est interposé mécaniquement. Je n'ai pu déterminer exactement comment ce carbure existait, s'il était interposé ou mélangé aux cristaux. Cependant son existence est certaine, étant donnée la légère odeur de gaz acétylène que répandent ces cristaux.

» Ces cristaux récemment obtenus sont parfaitement transparents et sont en aiguilles prismatiques ; leur densité est voisine de 2,5 (3,32 pour les cristaux cubiques). Ils deviennent assez rapidement opaques en devenant carbonate superficiellement.

» J'ai essayé de reproduire ces cristaux dans un petit four de laboratoire (250 ampères et 50 volts; le courant primaire du four à carbure était de 7000 ampères sous 200 volts, répartis sur 8 fours). Je n'ai jamais pu les obtenir quand la formation du carbure était complète, c'est-à-dire quand la température du four avait été très élevée; à peine trouve-t-on quelques aiguilles petites dans la masse environnante.

» Ils se forment très nettement quand on arrête le courant au moment où le mélange a pris l'aspect caractéristique du carbure inachevé, quand la masse est grise, poreuse, contient de la chaux, du charbon, du graphite et du carbure non fondu.

» *En résumé*, la chaux prismatique ainsi obtenue provient d'un refroidissement de la masse au moment où le carbure de calcium va se former. Le carbone et la chaux, pour former le carbure, se trouvent respectivement, l'un à l'état de graphite, et l'autre, de chaux fondue et même à l'état de vapeurs. C'est le refroidissement de cette vapeur dans un espace clos qui produit probablement cette chaux en cristaux prismatiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chimie du méthylène*. Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Moissan.

« On ne sait pas grand'chose sur la chimie du méthylène, et les seules données expérimentales qu'on ait sur ce sujet sont dues en grande partie à M. Nef [1]. Il est vrai que les théoriciens ont pu déduire, par contre, en se basant sur des hypothèses généralement admises, quelques propriétés intéressantes de ce groupement, ou, d'une façon générale, des polyméthylènes. D'après M. Ad. Bayer, par exemple, le tétraméthylène serait un composé fort stable.

» M. l'abbé Hamonet a montré tout récemment [2] qu'en traitant le diiodobutane ou le dérivé bromé correspondant par certains métaux tels que le zinc, ce tétraméthylène ne prenait pas naissance. La réaction se passe comme si, dans une première phase, il se produisait du tétraméthylène très instable qui se dédoublerait ensuite en deux molécules d'éthylène.

(1) *Annales de Liebig*, t. CCXCVIII, p. 202.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 789.

» L'étude de l'action des métaux sur l'iodure de méthylène paraît devoir apporter quelques documents importants pour l'histoire du méthylène. Cet iodure devrait, en effet, dans ces conditions, donner naissance à des composés correspondant à l'éthane diiodé, puis à l'éthylène :

$$2CH^2I^2 = CH^2I - CH^2I + I^2,$$
$$CH^2I - CH^2I = CH^2 = CH^2 + I^2,$$

» En réalité, comme il résulte des expériences suivantes, il se comporte d'une façon toute différente.

» *Action du mercure sur l'iodure de méthylène.* — En laissant au contact, pendant plusieurs jours, du mercure, de l'iodure mercureux et de l'iodure de méthylène, j'ai obtenu les composés décrits par M. Sakuray (¹), à savoir :

$$CH^2I.HgI, \qquad CH^2(HgI)^2 \qquad \text{et} \qquad CH(HgI)^3.$$

» Toutefois, contrairement au dire de ce chimiste, l'iodure mercureux ne paraît jouer ici aucun rôle. En effet, la réaction se produit tout à fait identique en l'absence de ce sel.

» Tandis que l'iodométhane monoiodomercurique et le méthane diiodomercurique sont obtenus en quantités notables, le méthane triiodomercurique ne se forme qu'en très petite quantité. Comme ce corps se forme régulièrement en substituant l'iodoforme à l'iodure de méthylène, M. Sakuray en avait conclu que la présence de ce corps était due à des traces d'iodoforme contenu dans l'iodure de méthylène employé. Or ce fait me paraît erroné. L'iodure de méthylène tout à fait exempt d'iodoforme se comporte exactement de la même façon (²). De plus, sous l'action de la chaleur, l'iodométhane iodomercurique se décompose en donnant des quantités variables de méthane di et triiodomercurique.

» L'action du mercure sur l'iodure de méthylène est différente si, au lieu d'opérer à froid, on opère à température élevée, au voisinage de 200°, par exemple.

» 40gr de mercure ont été chauffés avec 22gr d'iodure de méthylène, entre 190°-200°, en tubes scellés pendant plusieurs heures (dix à douze heures). Le tube, après réaction, contient de grands cristaux d'iodure mercurique, les uns rouges, les autres jaunes. Le liquide a complètement disparu. Il s'est formé une masse charbonneuse en même temps qu'une quantité considérable de produits gazeux a pris naissance. Ceux-ci sont

---

(¹) *Chem. Soc.*, t. XXXVII, p. 661; t. XXXIX, p. 485.

(²) L'iodure de méthylène employé, traité par une amine en présence d'alcali, ne donnait pas trace de carbylamine.

constitués par un mélange de méthane et d'éthane; le volume de l'éthane étant sensiblement double de celui de l'éthane.

» Cette façon singulière de se comporter de l'iodure de méthylène m'avait fait songer que le groupement CH^2, qui prend naissance par suite de l'enlèvement d'iode, au lieu de former une combinaison du type du diméthylène, était susceptible, dans certaines conditions, de se dédoubler en hydrogène et en un groupe CH plus stable,

$$CH^2 = CH + H,$$

ce qui déterminerait la formation d'acétylène d'une part et, de l'autre, la formation d'un groupe méthyle par suite de la réaction secondaire

$$CH^2 + H = CH^3.$$

On serait ainsi conduit à la production d'éthane.

» Quant à l'acétylène, par suite d'un mécanisme semblable, il donnerait à son tour des produits plus condensés et même un dépôt de charbon avec mise en liberté d'hydrogène. C'est celui-ci qui, en se fixant sur un groupe méthyle, engendrerait du méthane. *Une molécule semblerait ainsi s'hydrogéner aux depens d'une autre molécule.*

» En admettant cette manière de voir, les composés

$$CH^2I, HgI^2 \quad CH^2(HgI)^2 \quad \text{et} \quad CH(HgI)^3,$$

se formeraient par suite très normalement.

» Du reste, on peut démontrer directement la production d'une liaison acétylénique dans la décomposition de l'iodure de méthylène. Il suffit pour cela de s'adresser à des métaux monovalents, tels que l'argent, non susceptibles de donner des dérivés organométalliques à la façon du mercure.

» 6gr d'argent réduit ont été chauffés avec 8gr d'iodure de méthylène au bain-marie. Le dégagement gazeux se produit déjà très nettement à 100°. Si l'on élève progressivement la température du bain par addition d'un sel, la décomposition s'accentue rapidement. On a recueilli séparément les gaz dégagés jusqu'à 100°, les gaz dégagés entre 100° et 150°, enfin les produits de réaction à température supérieure. Dans tous les cas, les gaz ainsi formés donnent un abondant précipité rouge avec le chlorure de cuivre ammoniacal (1).

---

(1) En chauffant à 500° de l'iodure de méthylène avec de l'argent, Sudborough a obtenu du charbon, de l'éthylène et du méthane (*Journ. Soc. Chem.*, t. XVI, p. 408).

» En résumé, j'ai établi dans cette Note que :

» 1° Le mercure réagit sur l'iodure de méthylène *exempt d'iodoforme* en donnant en même temps $CH^2I.HgI$, $CH^2(HgI)^2$ et $CH(HgI)^3$.

» 2° L'iodure $CH^2I.HgI$ se décompose sous l'action de la chaleur en donnant les dérivés $CH^2(HgI)^2$ et $CH(HgI)^3$.

» 3° L'iodure de méthylène est décomposé par certains métaux avec formation d'éthane et de méthane (mercure) ou de carbures acétyléniques précipitant en rouge le chlorure cuivreux ammoniacal (argent).

» Dans de prochaines Notes, je me réserve de revenir sur l'action qu'exercent les différents éléments métalliques sur l'iodure de méthylène et les dérivés chlorés ou bromés correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydratation de l'acide amylpropiolique; acide caproylacétique.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, présentée par M. H. Moissan.

« Il a été établi précédemment (¹) que les acétones possédant à côté du carbonyle une fonction acétylénique pouvaient fixer une molécule d'eau par l'intermédiaire de l'acide sulfurique, avec formation de dicétones β; nous avons montré de plus (²) que les mêmes substances étaient décomposées par les lessives alcalines, en donnant d'une part une molécule d'acide, et de l'autre, tantôt une molécule d'acétone, tantôt une molécule de carbure acétylénique. Ces réactions nouvelles nous ont engagés à étudier, au point de vue d'une hydratation ou d'un dédoublement analogue possible, d'autres composés acétyléniques, et tout d'abord les acides. Cette Note résume les résultats que nous avons obtenus avec l'acide amylpropiolique, $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO^2H$, récemment décrit par nous (³).

» L'acide amylpropiolique, libre ou éthérifié, ne peut être que très difficilement hydraté par l'intermédiaire de l'acide sulfurique concentré ordinaire. Si l'on emploie l'acide sulfurique légèrement fumant (3 pour 100 d'anhydride), on observe une réaction extrêmement vive : la molécule est

(¹) Ch. Moureu et R. Delange, *Comptes rendus*, 1900; Nef, *Liebig's Annal.*, t. CCCVIII, p. 264.

(²) *Comptes rendus*, 1900.

(³) *Comptes rendus*, 1901.

scindée à l'endroit de la triple liaison, et il y a production d'un acide saturé gras à deux atomes de carbone de moins, l'acide caproïque

$$CH^3-(CH^2)^4-CO^2H,$$

en même temps que d'un acide sulfoné, dont le sel de barium cristallise en fines aiguilles blanches peu solubles dans l'eau.

» Tout autres sont les résultats que l'on obtient en mettant en œuvre les alcalis caustiques; il y a fixation d'une molécule d'eau sur l'acide acétylénique, et formation d'un acide β-cétonique, l'acide caproylacétique;

$$CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO^2H+H^2O=CH^3(CH^2)^4-CO-CH^2-CO^2H.$$

» On chauffe à reflux, pendant douze heures, l'acide amylpropiolique avec un excès (environ 3 molécules) de potasse en solution alcoolique à 12 pour 100; on étend ensuite d'eau la liqueur, on l'agite avec de l'éther, qui enlève un produit neutre formé dans la réaction (voir plus loin), et la solution alcaline, soigneusement refroidie, est acidulée avec précaution par l'acide sulfurique dilué et froid; on extrait à l'éther l'acide mis en liberté, on sèche la solution éthérée et l'on évapore l'éther dans le vide à froid; le résidu solide, cristallisé en lamelles blanches, constitue l'acide caproylacétique; 14 parties d'acide acétylénique fournissent en moyenne 15 parties d'acide β-cétonique brut.

» Comme tous les corps analogues, l'acide caproylacétique colore fortement en rouge les solutions étendues de chlorure ferrique. Il est très instable : déjà à la température ordinaire, et très rapidement à partir de 60°, il se dédouble en acide carbonique et méthylamylcétone :

$$CH^3-(CH^2)^4-CO-CH^2-CO^2H=CO^2+CH^3-(CH^2)^4-CO-CH^3.$$

» On peut cependant l'éthérifier, soit en saturant à 0° de gaz chlorhydrique sa solution dans l'alcool correspondant, soit en abandonnant à basse température, pendant quelques jours, la même solution additionnée d'acide sulfurique. Quelques précautions que l'on prenne d'ailleurs, on n'évite jamais complètement la décomposition de l'acide en méthylamylcétone et acide carbonique.

» Le caproylacétate de méthyle distille à 115°-116° sous 14^{mm} : $D_0=0,994$. Le caproylacétate d'éthyle distille à 126°-127° sous 19^{mm} : $D_0=0,9721$. Ces deux éthers colorent fortement en rouge la solution alcoolique de chlorure ferrique et réagissent immédiatement sur la phénylhydrazine. Ils se dissolvent avec dégagement de chaleur dans les solutions aqueuses de soude caustique; mais, presque aussitôt, le dérivé sodé se précipite sous la forme d'un magma blanc. Les dérivés cupriques, de couleur vert clair, sont très solubles dans le chloroforme; ils se déposent de leurs solutions dans l'alcool absolu en petits prismes microscopiques; le composé méthylique fond à 113°-114°, et le composé éthylique à 107°.

» Le produit neutre formé, en faible proportion d'ailleurs, dans la préparation de

l'acide caproylacétique n'est autre que la méthylamylcétone, qui a pris naissance d'après l'équation suivante :

$$CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO^2H+2KOH=CH^3-(CH^2)^4-CO-CH^3+CO^3K^2.$$

» Si l'on substitue la potasse aqueuse à la potasse alcoolique, cette dernière réaction est prédominante, et il se forme directement de la méthylamylcétone en quantité notable.

» Ces faits précis interdisent formellement l'emploi d'un excès d'alcali, quand on peut saponifier les éthers de l'acide amylpropiolique. Ils vont, en outre, nous permettre d'appuyer par des arguments solides la formule de constitution $CH^3-(CH^2)^4-CCl=CH-CO^2R$, que nous avons proposée pour les éthers résultant de l'action du gaz chlorhydrique sur la solution de cet acide dans l'alcool méthylique ou éthylique (1).

» Si, en effet, on traite à chaud ces éthers chlorés par la quantité exactement calculée de potasse (2 mol.) en solution alcoolique, et qu'on chauffe ensuite au bain-marie le produit acide qui s'est formé dans la réaction, celui-ci fournit une quantité appréciable de méthylamylcétone; et l'on peut admettre que la production d'une partie au moins de cette méthylamylcétone s'est faite d'après le mécanisme suivant : 1° transformation du dérivé chloré $(-CCl=CH-CO^2H)$ en dérivé hydroxylé

$$(-COH=CH-CO^2H);$$

2° isomérisation cétonique de celui-ci $(-CO-CH^2-CO^2H)$; 3° dédoublement normal de l'acide β-cétonique. — Le même raisonnement, appliqué au dérivé chloré $(-CH=CCl-CO^2H)$, conduirait à l'aldéhyle œnanthylique

$$CH^3-(CH^2)^4-CH^2-CHO;$$

or, il ne s'en fait pas trace dans la réaction. C'est donc bien en β que doit être placé le chlore par rapport au carboxyle.

» *En résumé :* 1° nous avons montré que l'acide sulfurique fumant décompose l'acide amylpropiolique, avec production de l'acide gras à deux atomes de carbone de moins; 2° en traitant le même acide acétylénique par la potasse alcoolique, nous avons obtenu un acide β-cétonique non substitué et à chaîne normale encore inconnu, l'acide caproylacétique. Nous nous proposons de généraliser ces deux réactions; la seconde constitue un procédé de synthèse des acides et éthers β-cétoniques entièrement différent des deux autres méthodes déjà connues, et dont l'une a été indi-

(1) *Comptes rendus*, 1901.

quée il y a quelque temps par M. Bouveault ([1]), et l'autre tout dernièrement par M. Blaise ([2]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide diméthylpyruvique*. Note de **M. A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente, insérée aux *Comptes rendus* (t. CXXXII, p. 416), M. Bouveault et moi avons montré qu'en chauffant à 100° une solution chlorhydrique étendue de l'α-aminodiméthylacrylate d'éthyle, celui-ci est intégralement transformé en un composé dont l'analyse répond à la formule $C^7H^{12}O^3$, en même temps que l'azote est éliminé à l'état de chlorhydrate d'ammoniaque.

$$C^7H^{13}AzO^2 + H^2O + HCl = C^7H^{12}O^3 + AzH^4Cl.$$

» Nous avons montré également que ce composé contient un atome d'oxygène cétonique et que, par saponification, il fournit un acide $C^5H^8O^3$ fondant à 31° dont nous avons décrit l'oxime et la phénylhydrazone, et qui constitue l'acide diméthylpyruvique

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH - CO - COOH$$

inconnu jusque-là.

» Bien que le mode de formation et les propriétés de cet acide diméthylpyruvique ne puissent laisser aucun doute sur sa constitution, les divergences qui existent entre les constantes physiques des dérivés que nous avons préparés et ceux déjà obtenus par MM. Moritz ([3]), K. Brunner ([4]) et L. Kohn ([5]) m'ont engagé à en faire l'étude un peu plus complète et à démontrer d'une manière nette l'exactitude de la constitution que nous lui avons donnée.

» J'ai essayé de préparer la diméthylpyruvamide, afin de la comparer aux produits décrits sous ce nom par Moritz et Brunner et que tous deux obtiennent, quoique avec des points de fusion différant entre eux de 20°, par la saponification du cyanure d'isobutyryle.

([1]) *Comptes rendus*, 1900.
([2]) *Comptes rendus*, 1901.
([3]) Moritz, *Chem. Soc.*, t. XIII, p. 1880.
([4]) Brunner, *Monatshefte*, t. XV, p. 761.
([5]) Kohn, *Monatshefte*, t. XIX, p. 522.

» Pour cela, j'ai fait réagir l'ammoniaque aqueuse concentrée sur l'éther diméthylpyruvique. Le liquide s'échauffe légèrement et l'éther se dissout assez rapidement; au bout de peu de temps, il se dépose des houppes soyeuses de fines aiguilles fondant à 198°, mais qui ne constituent pas l'amide cherchée. Ces cristaux sont solubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther, peu solubles dans la benzine et le chloroforme. Ils possèdent la composition $C^9H^{18}Az^2O^2$ et sont formés en partant de deux molécules d'acide diméthylpyruvique avec élimination d'une molécule d'acide carbonique qui se retrouve dans les eaux mères,

$$2(C^7H^{12}O^3) + 2\,AzH^3 = 2\,C^2H^6O + CO^2 + C^9H^{18}Az^2O^2.$$

» Ce composé a une réaction neutre en tournesol; je n'ai pas essayé jusqu'ici d'en déterminer la constitution, mais j'ai remarqué qu'il se forme également lorsqu'on chauffe l'aminodiméthylacrylate d'éthyle avec deux fois son poids d'eau à 130°-140° en tube scellé. Après cinq à six heures, en ouvrant le tube, on constate une pression d'acide carbonique en même temps qu'il s'est formé un produit cristallisé en fines aiguilles blanches fondant à 195° et possédant toutes les propriétés du produit résultant de l'action de l'ammoniaque sur l'éther diméthylpyruvique. L'analyse répond à la formule $C^9H^{18}Az^2O^2$. D'ailleurs, il est probable que le mécanisme de la réaction a été le même ici que dans l'autre cas; l'eau, en agissant sur l'aminodiméthylacrylate d'éthyle, l'aura d'abord dédoublé en acide diméthylpyruvique et en ammoniaque qui aura réagi ultérieurement sur cet acide dans le sens que nous avons indiqué plus haut. Nous nous proposons de faire l'étude de cette intéressante substance, afin d'arriver à en déterminer la constitution.

» L'action de l'ammoniaque m'ayant conduit à un résultat inattendu et qui ne semblait pas de nature à pouvoir me donner des renseignements sur la constitution de l'acide diméthylpyruvique, qui faisait l'objet de ces recherches, j'ai essayé d'en opérer le dédoublement en acide carbonique et en aldéhyde isobutylique :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CO - COOH = CO^2 + \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CHO.$$

» Dans ce but, j'ai essayé l'action de l'aniline, qui, ainsi que l'a montré M. Bouveault, fournit avec les acides glyoxyliques les phénylimides correspondantes.

» Mais je n'ai pas constaté de dégagement d'acide carbonique, ce qui montre que la réaction ne se passe pas dans le sens attendu.

» L'acide sulfurique dilué (10 pour 100), qui cependant dédouble à 160° l'acide pyruvique eu acétaldéhyde et acide carbonique [1], ne m'a donné

---

[1] Beilstein et Wiegaud, *Berichte*, t. XVII, p. 841; 1884.

qu'un produit huileux, coloré en brun, et dans lequel je n'ai pu déceler la présence d'aldéhyde isobutylique. Il s'est sans doute formé des produits de polymérisation de cette aldéhyde.

» Enfin, j'ai fait bouillir une solution aqueuse d'acide diméthylpyruvique avec de l'oxyde d'argent, espérant qu'il y aurait oxydation dans le sens de l'équation

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\Big\rangle CH - CO - COOH + O = \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\Big\rangle CH - COOH + CO^2$$

et qu'il serait possible d'isoler l'acide isobutyrique formé à l'état de sel d'argent. Mais la liqueur filtrée bouillante laisse déposer par refroidissement de petits cristaux incolores, noircissant à la lumière et qui ne sont autre chose que le *diméthylpyruvate d'argent*.

» L'analyse conduit en effet à la formule $C^5H^7O^3Ag$.

» Ce sel a déjà été préparé et analysé par Brunner, et les propriétés des produits qu'il décrit concordent avec celles du nôtre.

» Voyant qu'il était impossible d'arriver à produire le dédoublememt que je m'étais proposé de faire, j'ai essayé de réduire la fonction cétonique de l'acide diméthylpyruvique en alcool secondaire,

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\Big\rangle CH - CO - COOH + H^2 = \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\Big\rangle CH - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - COOH,$$

c'est-à-dire en acide α-oxy-isovalérianique.

» J'y ai pleinement réussi en faisant agir l'amalgame de sodium en excès sur l'acide diméthylpyruvique en solution hydroalcoolique.

» La réduction une fois terminée, l'alcool est chassé au bain-marie, le résidu repris par l'eau, acidulé et agité à l'éther à plusieurs reprises. Par évaporation, l'éther laisse déposer de grandes tablettes incolores, fondant à 85° comme l'acide α-oxy-isovalérianique, dont il possède toutes les propriétés.

» L'analyse répond bien à la formule $C^5H^{10}O^3$.

» Cette transformation de notre acide diméthylpyruvique en α-oxyde-isovalérianique en fixe d'une manière certaine et définitive la constitution que nous lui avions assignée dès le début. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'anhydride du prétendu binaphtylène-glycol.* Note de M. R. **Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« En appliquant la réaction de Reimer et Tiemann au β-naphtol, Rousseau a obtenu, outre l'aldéhyde oxynaphtoïque, un glycol auquel il a attribué la formule

$$\begin{array}{l} C^{10}H^6 - C - OH \\ \mid \qquad\quad \parallel \\ C^{10}H^6 - C - OH \end{array},$$

une petite quantité de l'anhydride correspondant

$$\begin{array}{l} C^{10}H^6 - C \diagdown \\ \mid \qquad\quad \parallel \quad O \\ C^{10}H^6 - C \diagup \end{array}$$

et enfin un monoalcool

$$\begin{array}{l} C^{10}H^6 - CH \\ \mid \qquad\quad \parallel \\ C^{10}H^6 - C.OH \end{array}.$$

J'ai démontré dans une récente Communication que ce dernier corps n'est autre chose que le naphtylolnaphtyloxynaphtylméthane

$$OH - C^{10}H^6 - CH \left\langle \begin{array}{l} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{array} \right\rangle O.$$

Je me propose de démontrer aujourd'hui que l'anhydride considéré par Rousseau comme ayant la formule $C^{22}H^{12}O$, ou

$$\begin{array}{l} C^{10}H^6 - C \diagdown \\ \mid \qquad\quad \parallel \quad O, \\ C^{10}H^6 - C \diagup \end{array}$$

est identique au dinaphtoxanthène

$$CH^2 \left\langle \begin{array}{l} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{array} \right\rangle O.$$

Cet anhydride de Rousseau s'obtient par de nombreux procédés : par les déshydratants sur le glycol ; par l'action de l'alcool bouillant sur les éthers bromhydrique, chlorhydrique, sulfurique du glycol, etc. Le procédé le plus

commode pour l'obtenir est l'action de l'alcool bouillant sur l'éther bromhydrique.

» D'après Rousseau, il se formerait seulement l'anhydride et de l'acide bromhydrique

$$\begin{array}{l} C^{10}H^{6} - CBr \\ \;| \qquad\quad \| \\ C^{10}H^{6} - COH \end{array} = HBr + \begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C \diagdown \\ \;| \qquad\quad \| \; \rangle O. \\ C^{10}H^{6} - C \diagup \end{array}$$

Rousseau a laissé passer inaperçus deux faits très intéressants et n'a pas reconnu la véritable nature de l'anhydride.

» *a*. D'après nos expériences, le brome de l'éther bromhydrique agit sur l'alcool comme s'il était libre en donnant de l'aldéhyde éthylique.

» *b*. L'éther bromhydrique traité par l'alcool bouillant se scinde en deux parties : l'une qui reste en solution dans l'alcool (c'est un dérivé du naphtol qui sera examiné plus tard); l'autre, qui s'en précipite, a seule été remarquée par Rousseau et considérée à tort par lui comme possédant la formule $C^{22}H^{12}O$.

» *c*. Enfin, l'anhydride ne possède pas la formule

$$C^{22}H^{12}O \quad \text{ou} \quad \begin{array}{l} C^{10}H^{6} - C \diagdown \\ \;| \qquad\quad \| \; \rangle O, \\ C^{10}H^{6} - C \diagup \end{array} \qquad \text{mais} \quad C^{21}H^{14}O, CH^{2} \begin{array}{l} \diagup C^{10}H^{6} \diagdown \\ \qquad\qquad\quad \rangle O. \\ \diagdown C^{10}H^{6} \diagup \end{array}$$

» L'anhydride de Rousseau n'est autre chose que le dinaphtoxanthène, ainsi que le prouvent l'analyse et l'identité de la forme des cristaux, du point de fusion et du picrate de l'anhydride et du dinaphtoxanthène synthétique.

» Nous avons préparé le dinaphtolméthane par le procédé de Manasse (action de la formaldéhyde sur le β-naphtolate de soude), puis, par l'action de l'oxychlorure de phosphore, nous l'avons transformé en anhydride : le dinaphtoxanthène, par la méthode de Wolff.

» Par plusieurs cristallisations dans le benzène, on a obtenu de belles aiguilles incolores cristallisant en groupes fondant à 201°.

» L'anhydride de Rousseau soumis au même traitement a fourni des aiguilles incolores groupées fondant à 201°.

» Pour mieux identifier les deux corps, nous avons préparé une combinaison picrique. Le dinaphtoxanthène dissous dans le benzène chaud additionné d'acide picrique donne par refroidissement des aiguilles rouge vif fondant en tube étroit à 172°.

» L'anhydride de Rousseau traité de la même façon donne un picrate

identique fondant à 172°. Le dosage de l'azote attribue à ce picrate la formule

$$CH^2\begin{matrix} \diagup C^{10}H^6 \diagdown \\ \diagdown C^{10}H^6 \diagup \end{matrix}O + 2C^6H^2(AzO^2)^3.\\ \qquad\qquad OH$$

» *En résumé*, l'anhydride de Rousseau est identique au dinaphtoxanthène

$$CH^2\begin{matrix} \diagup C^{10}H^6 \diagdown \\ \diagdown C^{10}H^6 \diagup \end{matrix}O.$$

» Dans une prochaine Note nous établirons la véritable nature du binaphtylène-glycol. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures d'acides sur les éthers-oxydes, en présence du chlorure de zinc*. Note de M. **Marcel Descudé**.

« Lorsqu'on chauffe ensemble du chlorure d'acétyle et de l'oxyde d'éthyle, molécule à molécule, au réfrigérant à reflux, pendant plusieurs heures, on n'observe pas trace de réaction. Il en est de même si l'on prend tout autre éther-oxyde, soit simple, soit mixte. Mais, si l'on vient à ajouter une certaine quantité de chlorure de zinc anhydre, immédiatement il y a dégagement de chaleur et une vive réaction se produit.

» J'ai étudié tout d'abord la réaction avec l'éther ordinaire.

» L'appareil que j'emploie se compose d'un ballon relié à un réfrigérant à reflux; ce dernier est lui-même relié à un serpentin entouré d'un mélange réfrigérant de glace et de sel, et dont l'extrémité plonge dans un petit matras entouré également de glace et de sel.

» Après avoir introduit dans le ballon (au préalable bien desséché) 55^{gr} de *chlorure d'acétyle* pur et 60^{gr} d'*éther anhydre*, j'ajoute 30^{gr} de *chlorure de zinc* fondu et pulvérisé. Aussitôt une vive effervescence se produit, que je dois calmer en plongeant le ballon dans l'eau froide, afin que le liquide ne soit pas entraîné en masse dans le réfrigérant. On règle la température du ballon de façon que le liquide reflue goutte à goutte, en chauffant légèrement au besoin, et on laisse marcher l'opération tant qu'il se condense du liquide dans le matras refroidi. L'opération dure environ quatre heures. Au bout de ce temps on démonte l'appareil.

» Dans le matras il s'est condensé un liquide qui n'est autre que du chlorure d'éthyle souillé d'un peu d'éther et de chlorure d'acétyle entraînés. Après lavage à l'eau très légèrement alcaline et rectification sur

une longue colonne de perles de verre, on recueille environ 30gr de *chlorure d'éthyle.*

» Quant au produit restant dans le ballon, on le traite par un peu d'eau qui dissout le chlorure de zinc. On décante la couche surnageante, que l'on sèche et que l'on distille. On recueille ainsi vers 73° environ 55gr d'*acétate d'éthyle.*

» La réaction s'est donc effectuée suivant la formule remarquablement simple

$$CH^3 - COCl + C^2H^5 - O - C^2H^5 = CH^3 - COOC^2H^5 + C^2H^5Cl,$$

et les rendements sont presque théoriques.

» Il était intéressant de voir ce qui se passerait si l'on opérait avec un éther mixte. C'est ce que j'ai fait.

» J'ai pris de l'*oxyde de méthyle-amyle* que j'ai préparé moi-même et dont je ne me suis servi qu'après m'être assuré de sa pureté par l'analyse :

» J'ai pris 25gr de cet éther et j'y ai ajouté 25gr de chlorure d'acétyle pur (en léger excès), puis 10gr de chlorure de zinc. J'ai chauffé au bain-marie, vers 70°, dans un appareil identique au précédent. Il s'est produit un abondant dégagement gazeux, tandis qu'un peu de chlorure d'acétyle entraîné est venu se condenser dans le matras refroidi.

» Le gaz, ayant été recueilli sur l'eau, s'y dissout peu à peu. Il possède une odeur agréable et brûle avec une flamme bordée de vert. C'est du *chlorure de méthyle.*

» Lorsque le dégagement gazeux a cessé (au bout de quatre heures environ), on constate que le liquide du ballon s'est séparé en deux couches. La couche inférieure, très foncée et visqueuse, contient le chlorure de zinc. Si on la traite par l'eau, il s'en sépare un liquide bouillant vers 137°-138° (acétate d'amyle).

» La couche supérieure étant décantée, lavée à l'eau alcaline, séchée et fractionnée, on recueille :

» 1° Un liquide passant entre 98° et 102°, brûlant avec une flamme bordée de vert, à odeur agréable, plus léger que l'eau, dans laquelle il est insoluble. C'est du *chlorure d'amyle,* ainsi que le montre l'analyse.

» 2° Un liquide incolore, d'odeur agréable, plus léger que l'eau et insoluble dans ce véhicule. Il passe entre 136° et 138°, et a la composition de l'acétate d'amyle.

» Le chlorure de méthyle et l'acétate d'amyle se sont produits d'après la

formule suivante ;

$$CH^3 - COCl + C^5H^{11} - O - CH^3 = CH^3 - Cl + CH^3 - CO - O - C^5H^{11},$$

» Mais il s'est produit en même temps du chlorure d'amyle et de l'*acétate de méthyle* d'après la formule

$$CH^3 - CO\,Cl + C^5H^{11} - O - CH^3 = C^5H^{11} - Cl + CH^3 - CO - O - CH^3.$$

» Ce dernier produit, qui bout à 57°, passe en même temps qu'un peu de chlorure d'acétyle (point d'ébullition : 55°), de sorte que, en distillant le produit brut de la réaction, je n'ai pas pu l'isoler à un état suffisant de pureté pour le soumettre à l'analyse.

» Néanmoins sa formation, qui est corrélative de celle du chlorure d'amyle, n'est pas douteuse.

» Afin de pouvoir affirmer la généralité de cette réaction, je me propose de l'effectuer sur plusieurs autres éthers-oxydes, et je me réserve de poursuivre cette étude, soit en faisant varier la nature du chlorure d'acide, soit en le remplaçant par les anhydrides, soit enfin en substituant aux éthers-oxydes proprement dits les acétals, avec lesquels j'ai déjà obtenu des résultats du même ordre que je ferai connaître prochainement. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la migration des matières ternaires dans les plantes annuelles*. Note de M. G. ANDRÉ.

« J'ai tout récemment appelé l'attention sur les variations que présente, dans une plante annuelle et à diverses périodes de sa végétation, l'azote et les hydrates de carbone solubles dans l'eau. J'examinerai aujourd'hui les variations des hydrates de carbone saccharifiables, de la cellulose insoluble et de la vasculose. Les chiffres relatifs au *Sinapis alba* et au *Lupinus albus* que je discute ci-dessous sont ceux que j'ai insérés dans le Tableau de ma dernière Communication (dans ce Volume, p. 1058).

» I. *Hydrates de carbone saccharifiables par les acides étendus et celluloses insolubles.* — Si la destruction d'une partie de la graisse se fait par combustion respiratoire, une autre s'organise en hydrates de carbone saccharifiables. Ceux-ci, en effet, chez le *Sinapis,* passent de 7,43 pour 100 dans la graine à 13,15 pour 100 dans la plante totale, au bout des vingt-quatre premiers jours de végétation, alors que la cellulose insoluble augmente peu. La racine, dès le début de la floraison, atteint presque son maximum en hy-

drates de carbone saccharifiables (22,79 pour 100 de la matière dégraissée). Ce chiffre est de 25,74 à la fin de la floraison, soit le quart de la substance sèche. Chez le *Lupin*, la racine contient déjà, un peu avant la floraison, une dose très élevée d'hydrates de carbone saccharifiables (18,09 pour 100), laquelle atteint 23,29 au moment de la maturation des gousses, soit le quart environ de la matière sèche, comme dans le cas du *Sinapis*. Les hydrates de carbone saccharifiables contenus dans la tige du *Sinapis* passent de 14,69 pour 100 (début de la floraison) à 22,21, puis à 26,27 à la fin de la floraison. La cellulose insoluble, dans le même organe, augmente moins vite. Au début de la floraison, elle représente 16,10 pour 100 de la matière sèche et dégraissée et 23,14 à la fin de la floraison. Chez le *Lupin*, les hydrates de carbone saccharifiables restent stationnaires avec un taux de 21 à 22 pour 100. Dans les feuilles du *Sinapis*, ces hydrates de carbone sont moins abondants au début de la floraison que dans la tige et surtout dans la racine. On peut expliquer ce fait en remarquant que, la feuille étant le lieu principal de l'élaboration des albuminoïdes destinés ultérieurement à la graine, albuminoïdes dont l'azote provient ici des nitrates puisés dans le sol, il est nécessaire qu'une matière hydrocarbonée facilement déplaçable intervienne dans cette formation : tel serait le rôle des hydrates de carbone saccharifiables. Ceci semble d'autant plus vraisemblable que, au moment de la floraison, la dose de l'azote total étant très élevée dans les feuilles (4,08 pour 100), les hydrates de carbone saccharifiables ne figurent dans ces organes que pour 0,78 pour 100. Ce qui caractérise le *Sinapis*, plante à végétation très rapide, c'est la migration abondante des albuminoïdes de la feuille vers l'ovule fécondé : telle est la cause de la chute des feuilles. Je n'ai pu, à la fin de la floraison, en récolter une quantité suffisante pour l'examiner. Dans les inflorescences, au moment de la floraison complète, on trouve la teneur considérable de 4,94 pour 100 d'azote total avec 12,02 pour 100 d'hydrates de carbone saccharifiables. A la fin de la floraison, la proportion centésimale de l'azote a diminué dans les fruits, par suite de l'augmentation des matières ternaires (matières grasses = 9,75 pour 100, hydrates de carbone saccharifiables = 22,65 pour 100). Ces derniers sont destinés sans doute, en passant transitoirement par l'état de sucres solubles, à fournir aux graines, pendant la maturation, la majeure partie de leur matière grasse. Si nous examinons ce qui se passe chez le *Lupin*, nous trouvons que, dans la feuille, la proportion centésimale des hydrates de carbone saccharifiables diminue d'une façon régulière comme chez le *Sinapis*. Toutefois, cette proportion

centésimale est beaucoup plus forte que chez cette dernière plante. Au début de la floraison, au moment de la maturation ensuite, la proportion des hydrates de carbone saccharifiables est très élevée dans les inflorescences, puis dans les fruits (22,63 et 22,42 pour 100). Ce dernier chiffre est également atteint par les fruits du *Sinapis*. La maturation est plus lente chez le *Lupin* que chez le *Sinapis;* ses feuilles persistent jusqu'à la fin, et les différentes parties du végétal, racines, tiges, feuilles, pendant cette période, conservent encore une notable quantité de principes albuminoïdes. La nutrition presque exclusive de cette plante aux dépens de l'azote gazeux de l'air la différencie nettement du *Sinapis*.

» II. *Vasculose*. — Il est un produit intéressant à étudier qui reste après épuisement de la matière végétale successivement par l'éther de pétrole, l'alcool étendu, les acides dilués à chaud, le réactif de Schweizer. Si l'on traite à froid ce résidu insoluble par un mélange d'acides sulfurique et chlorhydrique ($SO^4H^2 = 53^{cc}$, $H^2O = 25^{cc}$, $HCl = 23^{cc}$), lequel dissout bien la cellulose, puis qu'après un contact de vingt-quatre heures on étende d'eau et qu'on fasse bouillir, on enlève encore un peu de cellulose (paracellulose de Frémy?), que ce traitement convertit en sucre réducteur. J'ai trouvé au résidu insoluble définitif, dans lequel il ne reste presque plus d'azote, mais qui contient encore un peu de cendres, la composition centésimale suivante : $C = 60,28$, $H = 5,80$ pour 100. Frémy attribue au corps nommé par lui *vasculose* la composition $C = 59,34$, $H = 5,49$. Les nombreuses analyses que j'ai effectuées fournissent des chiffres très voisins de ceux dont je viens de parler. Parfois la teneur en carbone est un peu plus élevée et le corps se rapproche de celui désigné par Frémy sous le nom de *vasculose déshydratée*. Jusqu'à quel point cette matière diffère t-elle de celle décrite par Lange sous le nom de *lignine* (*Zeits. physiol. Chemie,* t. XIV, p. 15, 1890)? C'est ce qu'il est difficile de dire actuellement, et je laisse provisoirement la question de côté. Vasculose ou lignine, ces deux substances sont évidemment des composés très complexes. La lignine de Lange possède une teneur en carbone qui varie de 59 à 61 pour 100.

» Quoi qu'il en soit, les variations quantitatives de cette vasculose ont été les suivantes chez le *Sinapis*. Elle est nulle ou à peu près dans les graines. Peu considérable au début de la végétation, elle augmente ensuite progressivement dans toutes les parties de la plante. Là où l'azote et, par conséquent, les albuminoïdes sont abondants, elle est peu abondante, et inversement. Au début de la floraison, elle est maxima dans la racine (13,39 pour 100), minima dans la feuille. Dans la tige, elle représente, au début de la floraison, 4,12 pour 100 et s'élève, en pleine floraison, à 15,97 pour 100. A la fin de la floraison, elle atteint 20,55. Les feuilles en contiennent peu, les fruits

davantage, presque exclusivement dans leur enveloppe. Cette matière est, on le sait, très résistante aux agents atmosphériques et microbiens. Après la mort du végétal, c'est elle qui constitue, par suite de cette résistance, la majeure partie des produits humiques du sol. D'ailleurs sa composition centésimale la rapproche beaucoup de celle des matières humiques proprement dites : c'est une sorte de résidu de la vie végétale; elle prend vraisemblablement naissance aux dépens des celluloses par perte graduelle de gaz carbonique. Remarquons que, là où les hydrates de carbone saccharifiables et la vasculose existent en faible quantité, les albuminoïdes sont, au contraire, abondants. Les hydrates de carbone saccharifiables semblent servir principalement à la production des albuminoïdes et non à la formation de la vasculose. Cette vasculose ou, du moins, une substance très voisine se rencontre en fortes proportions dans les bourgeons de marronnier non encore développés dont j'ai fait une étude antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1222; 1900). Elle diminue sensiblement à mesure que le bourgeon se développe; je reviendrai sur ces faits. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des œufs immaturés de* Rana fusca. Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Mes expériences de cette année ayant été commencées de très bonne heure; il m'est arrivé de sacrifier des femelles dès le début de l'accouplement, à une époque où beaucoup d'œufs étaient encore répandus dans la cavité générale. Une partie seulement du matériel était descendue dans les dilatations utérines.

» Dans une première opération, ce matériel, correspondant aux $\frac{2}{3}$ environ du stock complet, fut fécondé.

» La segmentation montra quelques irrégularités; mais, la plupart des ébauches évoluant suivant le type normal, mon attention ne fut mise en éveil que vers l'éclosion. Certains œufs, en apparence non développés et dont le volume exagéré semblait correspondre à une dilatation passive, *exécutaient dans leur coque des mouvements réguliers et très actifs*.

» Un examen attentif me révéla une morphologie assez précise, quoique rudimentaire : le pôle supérieur est en quelque sorte froncé; à part ce détail, l'ébauche à peu près sphérique porte simplement, vers la région du blastopore, un prolongement cylindrique grêle, plus ou moins allongé suivant les cas. Ce prolongement a des mouvements propres. Quant à l'ensemble, *il tourne régulièrement autour de l'axe animal-végétatif*. J'ai pu suivre les variations de ces mouvements avec la température.

» L'étude anatomique révèle une *véritable ébauche ayant la structure blastulaire*. Le revêtement ectodermique est complet et s'étend sur le prolongement cylindrique. Au-dessous d'une vaste cavité de segmentation, on aperçoit l'amoncellement des cellules vitellines qui s'engage dans l'axe du prolongement. *Pas trace d'invagination*. Ces ébauches, *mobiles* au stade où les témoins développent leurs branchies externes,

apparaissent au premier abord comme de *véritables monstres anides* (leur résistance ne dépasse guère 48h après le début du mouvement).

» Cette expérience fut reprise avec des grenouilles où la masse des œufs utérins représentait à peine la moitié du stock complet. Les résultats furent plus curieux encore.

» Les apparences extérieures de segmentation sont nulles ou presque nulles (traces très irrégulières et très fugaces). Le pôle inférieur ne montre jamais le moindre sillon. Du reste, cette fécondité ne donne pas *une seule larve normale*.

» Je fixe, le lendemain, des œufs en apparence indivis; j'en fixe encore au bout de quatre jours, à l'âge où le mouvement était apparu chez les anides de ma première opération. Aucun de ces œufs n'est mobile. On va voir que *ce ne sont pas des œufs, mais encore des ébauches*.

» Celles de vingt-quatre heures présentent deux cas bien distincts :

» PREMIER CAS. — *Segmentation limitée à l'hémisphère animal. Belle cavité de segmentation. Au pôle inférieur, divisions nucléaires sans cloisonnements cellulaires (figures de karyokinèse régulières).*

» SECOND CAS. — *Les cloisonnements cellulaires font totalement défaut. Les noyaux sont nombreux. Leurs divisions montrent des filaments chromatiques éparpillés, quoique certains fuseaux apparaissent nettement. Autant qu'on en peut juger avec l'encombrement vitellin, il y a là des figures pluripolaires.*

» Les éléments se cloisonnent-ils par la suite? C'est possible. En tout cas, voici ce que montrent les œufs du quatrième jour.

» *La segmentation reste limitée exclusivement au pôle supérieur, dont les éléments sont devenus beaucoup plus petits. Le pôle végétatif est resté indivis.*

» L'évolution va donc moins loin que dans ma première opération : pas de mouvements, pas de prolongement blastoporique. Mais le pôle animal est froncé, exactement comme chez les anides mobiles.

» Les œufs de la cavité générale et ceux de l'oviducte n'ayant rien fourni de comparable, tenons-nous-en là pour les faits.

» *Je considère ces évolutions troublées comme formant une série régulière.* La dilatation considérable des œufs ovariens jetés dans l'eau me portait déjà, l'an dernier (*Arch. f. Entwick. Mech.*, t. XI, fasc. I), à leur attribuer une pression osmotique supérieure à celle de l'œuf mûr. L'évolution des œufs immaturés révèle le même caractère, et ma deuxième série d'expériences paraît surtout significative.

» Tous les biologistes (Loeb, Hertwig, Norman, Morgan, etc.) relèvent comme action des solutions déshydratantes *la division nucléaire se poursuivant sans cloisonnements cellulaires*. Or, je trouve dans mon cas tous les in-

termédiaires désirables. La segmentation extérieure n'apparaît pour ainsi dire pas. Quand le cloisonnement se produit, il est tardif et limité au pôle supérieur, le moins encombré de réserves; mais la karyokinèse se poursuit *seule* au pôle végétatif. Les conditions extrêmes sont réalisées quand tout cloisonnement fait défaut et quand on observe les karyokinèses anormales. *C'est l'application stricte du principe de Norman, pour qui l'action des solutions est successive, portant sur le plasma d'abord, puis sur le noyau et, en dernier lieu, sur les centres.*

» Il est donc permis de supposer, dans la maturation de l'œuf, des oscillations de pression osmotique, oscillations dont l'origine reste à préciser dans un travail plus complet.

» Mais comment les anides mobiles rentrent-ils dans la même série?

» Ils répondent à la condition minima. L'obstacle physique ne se révèle ici qu'à la gastrulation.

» Insuffisant pour troubler la marche de la segmentation, il s'oppose aux plissements internes. Au lieu d'une invagination, nous avons une évagination vers le blastopore. Il est intéressant de rappeler que les solutions salines ont précisément fourni à Herlert le même résultat chez les Oursins. *Morphologiquement, les monstres anides que j'ai décrits sont comparables aux larves lithiques : ce sont des* Exogastrulas. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement de la Sole au laboratoire de Concarneau.* Note de MM. **Fabre-Domergue** et **Eugène Biétrix.**

« Le développement en aquarium des poissons marins, de l'œuf à la forme adulte, n'a pu être obtenu jusqu'ici que pour un très petit nombre d'espèces (*Hareng*, Meyer. *Cotte*, Fabre-Domergue et Biétrix. *Plie*, Dannevig. *Blennius*, Garstang). Certaines de ces espèces avaient peu d'importance au point de vue pratique, et, parmi les plus intéressantes, la Sole s'était toujours dérobée aux tentatives effectuées pour en assurer l'élevage. Tous ceux, en effet, qui se sont occupés de cette importante espèce n'ont pu la conduire au delà du sixième ou du huitième jour après l'éclosion, ni, par conséquent, lui faire franchir la période critique postlarvaire signalée par nous comme le principal écueil de la pisciculture marine.

» Utilisant, d'une part, le principe, maintenant bien établi, de la nécessité absolue d'une alimentation antérieure à la résorption du vitellus et,

d'autre part, la méthode de l'agitation, heureusement mise en pratique par M. Garstang, nous sommes parvenus à obtenir pour la Sole ce qui avait été réalisé pour les quatre espèces énumérées plus haut.

» N'ayant pas d'animaux reproducteurs à notre disposition, nous nous sommes servis, pour nos études, d'œufs recueillis au moyen du filet pélagique et, bien que ceux-ci soient relativement rares, nous avons pu en réunir cent cinquante environ, de mi-février à fin mars. Une seule pêche nous en a fourni jusqu'à cinquante-deux.

» Mises, dès l'éclosion, en présence d'une nourriture variée consistant, soit en organismes verts [1], soit en plankton, nos larves de Soles ont commencé à manger alors que leur réserve vitelline était loin d'être épuisée. Peu de jours après la disparition de celle-ci, on a pu constater qu'elles recherchaient de préférence des proies d'un certain volume, telles que larves de Sprats, de Flets, de Targeurs, de Motelles, voire même d'individus de leur propre espèce presque aussi volumineux qu'elles-mêmes. D'une vigueur très grande, d'une voracité extrême, les jeunes Soles chassent d'une façon constante et ne restent jamais l'estomac vide. Elles se comportent ainsi pendant toute la durée de la vie pélagique. Cette phase peut être évaluée, comme l'avait pressenti M. Cunningham, à une durée de six à huit semaines, et, pendant tout ce temps, l'alevin demeure parfaitement symétrique, bien que, par l'accroissement de sa taille, par l'accentuation de ses caractères anatomiques et par le développement de sa pigmentation, il perde peu à peu son aspect primitif. On le voit alors, assez fortement courbé en S, nager dans la masse de l'eau, faisant parfois tête au courant, mais tournant le plus souvent autour d'une proie qu'il convoite et sur laquelle il se jette par une sorte de mouvement de détente excessivement rapide. L'alevin de Sole atteint ainsi une longueur de 10^{mm} à 11^{mm}.

» La migration de l'œil constitue le phénomène le plus saillant de la métamorphose qu'il subit alors et s'accompagne de toutes les modifications qui donnent à l'individu le caractère pleuronecte. Le phénomène a lieu rapidement et, en très peu de jours, le jeune poisson revêtant la forme de l'adulte en adopte aussi les mœurs. Il quitte la masse de l'eau pour gagner le fond ou les parois de son aquarium et, dès ce moment, son alimentation change complètement. Cessant de donner la chasse aux poissons larvaires, il s'attaque de préférence aux Copépodes et aux petites Annélides qu'il rencontre dans les sédiments où il repose, sans dédaigner pour cela à l'occasion les filaments de conferves et autres proies d'origine végétale.

» Dans ces conditions, et nonobstant le déchet résultant des prélèvements faits pour nos observations, aussi bien que des ravages exercés par

---

[1] Ces organismes, flagellés verts d'espèce indéterminée, provenaient des marais salants du Croisic où on les trouve parfois en grande abondance. Ils nous étaient régulièrement expédiés par M. P. Bachelier que nous sommes heureux de remercier ici de son aimable persévérance à nous venir en aide.

les alevins sur leurs propres congénères, nous avons obtenu une survie d'un peu plus de 50 pour 100. Les individus provenant de cet essai ont atteint actuellement (1er mai) une taille maxima de 35^{mm} et vivent dans un aquarium à eau courante où leur accroissement, favorisé par une nourriture abondante, s'effectue rapidement.

» Ces faits nous autorisent dès maintenant à envisager la possibilité d'une culture industrielle de la Sole, soit en vue de l'exploitation privée, soit pour le repeuplement des eaux libres. On sait, en effet, que la Sole pond normalement en aquarium des œufs féconds (Butler) et qu'il suffit de réunir un petit nombre de reproducteurs dans un espace relativement restreint pour être sûr de récolter journellement une masse d'œufs répondant aux besoins de l'élevage le plus intensif. En suivant la méthode expérimentée ci-dessus, on peut conduire les jeunes Soles à telle taille que l'on désire, et leur accroissement ne se trouve plus subordonné qu'à l'abondance de leur alimentation.

» Peut-être est-il permis d'espérer que quelques centaines de mille de jeunes Soles ainsi poussées jusqu'à la forme pleuronecte, semées dans une baie sablonneuse et bien défendues contre la barbare destruction de la senne, contribueront plus à l'enrichissement d'une région de pêche que des millions de larves vouées à la mort par le seul fait de leur trop longue stabulation en état de diète dans les appareils d'élevage. L'expérience est désormais réalisable et donnera assez promptement la mesure des espérances que l'on avait un peu prématurément fondées sur le repeuplement des mers par la Pisciculture marine. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'assimilation chlorophyllienne réalisée en dehors de l'organisme vivant.* Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Tous les physiologistes admettent actuellement que trois conditions sont nécessaires pour produire, dans le végétal, sous l'influence de la chlorophylle, l'assimilation du carbone, qui se manifeste par l'absorption de gaz carbonique et le dégagement d'oxygène.

» Ces trois conditions sont :

» 1° La présence de la chlorophylle dans l'organisme;

» 2° L'existence du protoplasma vivant au contact de la chlorophylle;

» 3° L'influence des radiations lumineuses.

» Les diverses tentatives qui ont été faites pour provoquer artificielle-

ment l'assimilation chlorophyllienne n'ont donné jusqu'ici que des résultats négatifs.

» Je suis parvenu, de la manière suivante, à réaliser le phénomène en dehors de l'organisme vivant. D'une part, j'extrais des feuilles les substances solubles dans l'eau glycérinée; d'autre part, j'obtiens une poudre verte en portant les mêmes feuilles à une température supérieure à 100°.

» Pris isolément, ni l'extrait de la feuille ni la poudre chlorophyllienne ne produisent d'assimilation. Si, au contraire, on mélange intimement ces deux substances et si l'on expose le tout à la lumière, on voit se manifester nettement un dégagement d'oxygène et une absorption corrélative de gaz carbonique, de telle sorte que le rapport des volumes des gaz échangés est voisin de l'unité. Les échanges gazeux se produisent donc dans ces conditions artificielles de synthèse exactement comme dans une feuille vivante.

» Des feuilles d'Épinard ont été comprimées sous une presse avec de la glycérine. Le liquide obtenu a d'abord été filtré sur papier pour enlever les débris de feuilles, puis dans une bougie Chamberland neuve et recueilli ensuite aseptiquement. Ce liquide est très limpide, présente une couleur jaune et renferme, sans aucune trace de cellules, ni même de débris protoplasmiques, les substances solubles de la feuille, entre autres les diastases. Si le liquide est placé dans une éprouvette retournée sur le mercure et contenant de l'air enrichi de gaz carbonique, on ne constate jamais d'assimilation, ni à l'obscurité, ni à la lumière.

» Des feuilles de la même espèce ont été desséchées à plus de 100° au four à flamber. J'ai obtenu ainsi une poudre verte dans laquelle la chlorophylle n'était pas décomposée et qui ne contenait ni matière vivante, ni diastases pouvant intervenir dans le phénomène. Cette poudre verte, mise dans la glycérine, ne produit d'assimilation ni à l'obscurité, ni à la lumière.

» Ainsi donc, ni le liquide seul, ni la poudre verte seule ne donnent d'assimilation. Mais, si l'on réunit les deux substances et qu'on soumette le mélange à l'influence des radiations lumineuses, *il se produit une assimilation manifeste*.

» Voici quelques résultats numériques pour deux expériences faites dans ces conditions :

		Échanges gazeux provenant de l'assimilation totale.	Rapport entre l'oxygène dégagé et le gaz carbonique absorbé.
27 mars. Durée : $4^h 5^m$.	O dégagé	3,22	0,98
Lumière diffuse.	CO^2 absorbé...........	3,29	»
30 mars. Durée : $1^h 55^m$.	O dégagé	2,41	1,08
Éclairement intense.	CO^2 absorbé...........	2,39	»

» Ces chiffres ont été obtenus en tenant compte des phénomènes accessoires de dissolution et autres que révèle l'expérience faite à l'obscurité avec le même liquide additionné de la même poudre verte.

» Remarquons, d'ailleurs, qu'une solution alcoolique de chlorophylle, exposée au soleil, n'assimile pas; une partie du gaz carbonique se dissout, mais la dissolution est sensiblement la même que dans l'alcool pur.

» J'ai pu réaliser la synthèse de l'action chlorophyllienne, en dehors de l'organisme, par un procédé un peu différent. Si l'on traite par l'alcool l'extrait glycériné dont j'ai parlé plus haut, on obtient un précipité qui, repris par l'eau et additionné de chlorophylle, manifeste le phénomène d'assimilation.

» *Exemples :*

		Échanges gazeux provenant de l'assimilation.	Rapport entre l'oxygène dégagé et le gaz carbonique absorbé.
2 avril. Durée : $5^h 40^m$.	O dégagé......	6,72	0,98
Éclairement intense.	CO^2 absorbé...	6,77	
25 avril. Durée : $1^h 20^m$.	O dégagé......	3,31	1,05
Éclairement intense.	CO^2 absorbé...	3,15	

» Le liquide porté à l'ébullition ne donne plus aucune trace du phénomène.

» Ces divers résultats conduisent à supposer que *l'assimilation chlorophyllienne est accomplie sans intervention de la matière vivante, par une diastase qui utilise l'énergie des rayons solaires,* la chlorophylle fonctionnant comme sensibilisateur. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les mouvements du sol et la formation des vallées en Valachie.* Note de M. **E. de Martonne**, présentée par M. de Lapparent.

« Dans une Note précédente sur l'Histoire de la vallée du Jiu (4 décembre 1899), j'ai appelé l'attention sur une série de dépressions dites *dépressions subkarpatiques* qui longent le pied des Karpates en Valachie, et sur leur rôle dans la formation des vallées transversales qui traversent la chaîne de part en part. J'ai émis l'hypothèse que ces dépressions étaient d'origine tectonique. Depuis j'ai pu observer des faits qui confirment cette manière de voir.

» L'étude de la dépression de Tismana m'a montré que le rebord nord en est formé par les calcaires jurassiques qui s'étendent en lambeaux de plus en plus cohérents du Jiu jusqu'à Orsova, et reposent ici sur le granite en pendant vers le sud-est. Sur ce calcaire s'appuient des conglomérats tortoniens pendant vers l'est-sud-est à Sovarna et des marnes sarmatiques. Les mêmes marnes reparaissent sur le flanc sud de la dépression, où j'ai pu observer leur pendage vers le nord-ouest. Elles forment le rebord méridional de toutes les dépressions subkarpatiques de l'Oltenie, et affleurent partout où l'érosion a entaillé assez profondément les terrasses, recouvertes de cailloutis probablement pliocéniques, qui les séparent. Au sud de Novaci on les trouve plissées et pendant vers le nord.

» Les dépressions subkarpatiques sont surtout bien marquées à l'ouest de l'Oltu. C'est là qu'elles sont le plus profondes, le plus larges et le plus distinctes les unes des autres. On les retrouve à l'est de l'Oltu limitées au sud par des crêtes élevées telles que Magura Platiorului, où les couches pendent vers le nord, de moins en moins profondes et de moins en moins individualisées. A l'est de la Prahova elles disparaissent, et le bord des Karpates est marqué par une série d'îlots tertiaires surgissant de la terrasse diluviale et probablement d'origine tectonique. Enfin, à partir d'Urlatzi les Karpates se terminent par un abrupt continu, formant falaise au-dessus de la terrasse diluviale.

» Si l'on considère les dépressions subkarpatiques comme dues aux phénomènes de tassement dont la périphérie des grandes chaînes plissées est généralement le théâtre après la période de soulèvement, les faits ci-dessus exposés semblent montrer que l'affaissement aurait été, dans la Valachie occidentale, localisé tout à fait au bord du massif cristallin des Hautes Karpates, tandis que, dans la Valachie orientale, il aurait affecté toute la bordure karpatique. Il semble que cet affaissement ait atteint son maximum le long d'un axe passant par Buzen et Galatz normalement à la courbure des Karpates et coïncidant avec la principale région séismique de la Roumanie.

» Cette hypothèse explique et permet de grouper un grand nombre de faits relatifs à la formation des vallées valaques et même de la vallée danubienne. Elle explique le contraste de la vallée du Buzen avec les autres vallées transversales, sa largeur, son fond qui semble un golfe de la terrasse diluviale pénétrant à l'intérieur de la montagne et où le lit même de la rivière n'entame la roche en place qu'en deux ou trois points. Elle rend

compte de l'hydrographie de la terrasse diluviale de Buzen-Jalomitza, où les vallées sont à peine entaillées de quelques mètres, où les lacs à fond plat se multiplient, alignés souvent en chapelets au fond d'anciennes vallées fluviales, tombées à la dernière décrépitude par suite d'un affaissement général qui paralyse l'érosion.

» Les lacs danubiens résultent en partie de cet affaissement. Ces lacs peuvent se diviser en deux catégories : les uns sont d'anciens bras morts, présentant tous les stades de l'évolution de la pièce d'eau en fer à cheval jusqu'à la lagune presque ronde et sans berges sensibles; les autres, le plus souvent allongés presque perpendiculairement au cours du Danube et s'effilant vers l'amont, ont une origine assez semblable à celle des limans, ce qui pourrait leur faire donner le nom de *limans fluviatiles*. Ils occupent le débouché de vallées tombées en dégénérescence par suite de l'affaissement général et barrées par les alluvions du grand fleuve que l'érosion d'une rivière en décrépitude est impuissante à balayer. Tels sont les lacs Suhaia, Boiana, Ostrovu, Oltina. Le lac de Calarasi a une origine mixte.

» Par rapport à cette région d'affaissement, la Valachie occidentale représente une région de soulèvement ou de stabilité relative. Plus on va vers l'ouest, plus les grandes vallées se montrent entaillées profondément. A Bucarest, la Dîmbovitza est encaissée de 40^{m} dans le diluvium, l'Oltu à Platina de 100^{m}, le Jiu à Craïova de 200^{m}; enfin la vallée danubienne entre Turnu Severinu et Calafat entaille de près de 300^{m} les couches tertiaires. Dans cette partie de son cours, le Danube, au lieu de déposer comme dans la Valachie orientale, déblaie et charrie. C'est un agent d'érosion en pleine activité, et les îles qu'on y remarque ne sont que la trace d'un balancement du courant principal se déplaçant d'une rive à l'autre de façon à creuser une vallée aussi large que possible. Pour le moment le recul a lieu vers l'ouest partout où, la rivière faisant un coude, l'affouillement de la rive concave fait s'ébouler les sables fins qui constituent le pied de la falaise, reposant sur les argiles sarmatiques qui affleurent au niveau des basses eaux. Nulle part le fait n'est plus sensible qu'à Hinova.

» De Severinu à Calafat, on trouve tous les stades intermédiaires jusqu'au comblement du bras oriental et à son remplacement définitif par un bras situé plus à l'ouest. J'ai même pu retrouver, à l'est de la vallée actuelle, les vestiges d'une ancienne boucle à rayon de courbure plus grand que celui des boucles actuelles et correspondant à une période où l'érosion du fleuve était encore plus active. La falaise de la rive concave, formée par les mêmes sables, est bien conservée, le pied en est longé par des

marécages en partie drainés par la Blaknitza, et l'ancienne rive convexe est la plaine de Flaminda, où les marécages alternent avec les dunes récentes. Un stade plus avancé encore d'évolution est celui où le drainage de la région a été complètement régularisé, une rivière suivant le pied de l'ancien escarpement de la rive concave; telle la Drincea, en amont de Recea. Le point de départ de l'évolution est le même que pour les lacs du bas Danube, mais d'un côté l'on est dans une région d'affaissement où les dépôts s'accumulent et les eaux s'étalent, de l'autre on est dans une région où l'érosion est assez intense pour arriver à drainer et nettoyer le pays.

» *En résumé*, on voit que les mouvements du sol en Valachie accusent une tendance générale à l'affaissement, comme dans le bassin Pannonique. Mais cet affaissement atteint son maximum d'amplitude et d'extension dans la région limitrophe de la Moldavie, tandis qu'à l'ouest de l'Oltu il était localisé à la bordure du massif cristallin et compensé probablement par un soulèvement d'une partie de l'Oltenie tertiaire. Toute l'histoire du bas Danube et des vallées valaques est en liaison intime avec ce processus, qui se continue peut-être encore à l'heure actuelle. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La loi de l'excitation électrique des nerfs.* Note de M. **Georges Weiss**, présentée par M. Marey.

« J'ai montré dans la Communication précédente que les excitations électriques de même durée nécessitaient, pour arriver au seuil de l'excitation, la mise en jeu de quantités d'électricité égales.

» Considérons maintenant des excitations de durée variable, la quantité d'électricité nécessaire pour arriver au seuil de l'excitation est alors représentée par la formule $Q = a + bt$.

» Je ne citerai la série suivante que pour donner une idée du degré de précision de cette loi.

Durée de l'excitation.	Quantité déterminée expérimentalement.	Quantité calculée par $Q = 635 + 41t$.
6	882	881
8	992	963
10	1100	1045
12	1134	1127
16	1304	1291
20	1460	1455
30	1860	1865
40	2280	2275

» Tout se passe comme si l'excitation nécessitait une quantité d'électricité déterminée a, et que pendant la décharge il se produise un phénomène inverse, à combattre d'une façon continue.

» En employant les expressions de Hering, on pourrait dire :

» *Pour produire la désassimilation nécessaire à l'excitation, il faut dépenser une quantité déterminée d'électricité* a, *mais pendant cette opération il se produit continuellement une assimilation qu'il faut neutraliser par une dépense d'électricité égale à* b *par unité de temps.*

» J'ai encore cherché à vérifier cette loi en en tirant des conséquences que je pouvais soumettre au contrôle de l'expérience.

» Ainsi je prends deux ondes égales successives, de longueur constante m, séparées par un intervalle de longueur d que je ferai varier. Pour que l'ensemble de ces deux ondes produise le même effet qu'une onde unique de longueur $2m + d$, la première combinaison doit mettre en jeu la même quantité d'électricité que la seconde, d'après ma Communication précédente. Donc, la résistance du circuit restant constante, les voltages devront satisfaire à l'égalité

$$V' \times 2m = V(2m + d)$$

ou

$$(1) \qquad 2m(V' - V) = Vd.$$

» Mais, d'après la loi que je formule aujourd'hui, on doit avoir

$$V(2m + d) = a + b(2m + d)$$

ou

$$V = \frac{a}{(2m + d)} + b,$$

c'est-à-dire, en portant cette valeur de V dans le second membre de (1),

$$V' - V = \frac{d}{2m}\left(b + \frac{a}{2m + d}\right).$$

» Cette formule permet de calculer les augmentations de voltage nécessaires pour rester au seuil de l'excitation quand on écarte de plus en plus l'une de l'autre deux ondes égales.

» J'ai comparé les résultats ainsi calculés à ceux que me donne l'expérience.

Distance des ondes d.	V′—V calculé.	V′—V mesuré. 1re Exp.	2e Exp.
0..........	»	»	»
5..........	11	10	11
10..........	20	18	19
15..........	27	25	24

» Enfin Hoorweg a donné une formule empirique à laquelle doivent satisfaire le voltage, la capacité et la résistance pour que la décharge des divers condensateurs produise l'excitation minima suffisante. Cette formule est $V = \frac{\alpha}{C} + \beta R$. Or je prends ma formule générale $Q = a + bt$. Dans le cas des condensateurs on a $Q = CV$. Pour que la décharge soit terminée, c'est-à-dire que le voltage soit tombé à une fraction donnée de sa valeur primitive, il faut $t = K.RC$. En portant ces valeurs dans ma formule on a

$$CV = a + bK.RC$$

ou

$$V = \frac{a}{C} + bK.R$$

qui est la formule empirique de Hoorweg.

» Il est donc démontré que la loi de l'excitation électrique des nerfs peut se formuler de la façon suivante :

» *Pour qu'une excitation électrique de durée t, portée sur un nerf, soit suffisante, il faut et il suffit qu'elle mette en jeu une quantité d'électricité donnée par la formule* $Q = a + bt$, a et b *étant deux coefficients dépendant du nerf et de la distance des électrodes.* »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur l'injection de sang et de sérum néphrotoxiques au chien.* Note de M. **Bierry**, présentée par M. Roux.

« Lindemann [1] injecte aux cobayes une émulsion de reins de lapin. Le sérum des cobayes ainsi traités, injecté au lapin, produit une néphrite caractérisée par le passage d'albumine dans l'urine et par des lésions du

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, février 1900.

rein. Ces résultats ont été confirmés par Néfédieff ([1]) dans le laboratoire de M. Metchnikoff. Cette albuminurie, dans la plupart des cas, n'est que légère et transitoire. Nous avons repris ces expériences au mois de novembre 1900.

» Des reins de chien sont broyés aseptiquement et injectés dans la cavité péritonéale des lapins. Après injection, répétée cinq fois, nous recueillons du sang de lapin qui est néphrotoxique pour le chien. L'étude de ce sang néphrotoxique nous a donné les résultats suivants : injecté à raison de 20^{cc} à 30^{cc} à un chien de 10^{kg} à 12^{kg} dans la saphène, ce sang difibriné amène une élimination intense de l'albumine par les urines. Dans certaines expériences, le chien succombe au bout de quatre jours; dans d'autres, l'animal survit, et l'étude de ses urines nous montre que : 1° les albuminoïdes (globuline et albumine) dosés par pesée atteignent $5^{gr},70$ par litre au dixième jour et $6^{gr},80$ au quinzième; 2° le coefficient azoturique $\frac{\text{azote urée}}{\text{azote total}}$, qui était de 0,87 avant l'injection, tombe à 0,80, puis à 0,75. La présence du sucre dans l'urine ne put jamais être décelée ni par la liqueur de Fehling, ni par l'acétate de phénylhydrazine. A l'examen microscopique, la substance corticale se montrait sillonnée de raies rouges. L'examen microscopique donnera lieu à une Communication ultérieure.

» On sait que Lindemann ([2]) produisant une néphrite chez le chien par injection de chromate de potassium a constaté que le sérum d'un de ces chiens devient néphrotoxique pour un chien neuf. Nous nous sommes demandé si le sang ou le sérum de nos chiens, rendus néphritiques par une injection de sang néphrotoxique de lapin, pourrait, comme dans les expériences de Lindemann, reproduire une néphrite chez un chien neuf. Les expériences entreprises à ce sujet donnèrent un résultat positif.

» Un chien A est rendu néphritique par injection intraveineuse de sang néphrotoxique de lapin. Le sang ou le sérum de ce chien A, injecté à un chien B, donne à celui-ci de l'albuminurie. Le sang de ce chien B, injecté à son tour à un troisième C, produit chez ce dernier les mêmes accidents. Il semble donc qu'on puisse ainsi transmettre les lésions rénales à une série de chiens neufs d'une manière indéfinie.

» L'action s'est manifestée de deux façons très différentes : ou bien elle était instantanée, et l'albumine, considérable au début, allait en décroissant sans pourtant disparaître tout à fait; ou bien elle se faisait sentir peu à peu et l'on pouvait suivre la marche progressive de l'albumine jusqu'au

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, janvier 1901.

(2) *Centralblatt für allgemeine Pathologie*, p. 308; 1900.

dixième ou douzième jour où elle devenait dosable. Les bases xanthiques et l'acide urique, qui augmentent après les injections, décroissent peu à peu et tombent au-dessous de la normale.

» Le sang néphrotoxique de chien s'est toujours montré moins actif que le sang néphrotoxique de lapin, si l'on en juge par les albuminoïdes éliminés qui n'ont jamais dépassé 3^{gr} par litre. Nous avons voulu voir ce qui se passait à cette température singulière de 55° ou 60°, à laquelle disparaissent les diastases leucocytaires et où les globulines du sérum ou du sang défibriné ne se coagulent pas encore. Il n'a pas paru y avoir de modification dans l'action après un chauffage d'une demi-heure et même trois quarts d'heure.

» Le sang de lapin normal et le sang de chien normal, chauffés ou non, injectés aux mêmes doses, n'ont donné lieu qu'à une albuminurie passagère disparaissant au plus tard au cinquième et sixième jour. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur la maladie des chiens. Vaccination du chien contre l'infection expérimentale.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. Chauveau.

» Dans un précédent Travail, j'ai montré qu'une infection spontanée du cobaye était due à un bacille dont les cultures sont aussi très virulentes pour le chien. Le microbe, introduit par la voie veineuse, détermine souvent, chez cet animal, une méningo-encéphalo-myélite dont les symptômes et les lésions sont très caractéristiques. Mais, suivant la dose et la virulence de la culture, la maladie peut évoluer d'une manière différente : ou bien elle est suraiguë et entraîne la mort en huit à dix heures; ou bien elle marche plus lentement et revêt une forme gastro-intestinale; j'ai même observé des formes chroniques avec localisations tendineuses et articulaires.

» L'allure générale de cette maladie expérimentale ressemble, sous beaucoup de rapports, à l'affection spontanée qu'on désigne sous le nom de *Maladie des chiens*. Aussi ai-je fait de nombreuses tentatives pour découvrir, chez les chiens morts de la maladie spontanée, un microbe analogue possédant des caractères de spécificité. Les cultures, obtenues par ensemencement du sang, des organes et des liquides pathologiques, ont donné des microbes variés, en particulier des streptocoques, dont l'inoculation au chien était sans résultat. J'en étais resté là quand parut l'important travail de Lignières *sur les septicémies hémorragiques*. Cet

auteur trouva, dans l'organisme du chien malade, un bacille assez long qui pousse dans le bouillon de peptone sans le troubler et y forme de petits grumeaux qui tombent au fond du tube. Ce n'est qu'après le vingtième passage par le cobaye que la culture présente un trouble uniforme, comme cela s'observe avec les microbes du même genre.

» *Étude du microbe pathogène.* — Les caractères morphologiques et biologiques du microbe décrit par Lignières étant identiques à ceux du bacille que j'ai découvert sur le cobaye, je fis de nouvelles tentatives pour le retrouver chez les chiens malades.

» Je dois au bienveillant concours de MM. Laurent et Saint-Yves d'avoir pu étudier un nombre considérable de cas, et j'ai enfin réussi à isoler le microbe spécifique. On l'obtient le plus facilement à l'état pur en faisant des cultures du sang et des organes de chiens que l'on sacrifie avant la période des infections secondaires; cependant, j'ai pu le séparer quelquefois des bactéries accessoires par inoculation, dans le péritoine du cobaye, de cultures du liquide céphalo-rachidien. Dans ce cas, le bacille spécifique du chien pullule seul, et, si l'on ensemence l'épanchement péritonéal dans du bouillon, il se produit un trouble uniforme dû à un microbe possédant des caractères semblables à ceux du microbe spécifique du cobaye; il ne s'en distingue que par sa faible virulence pour celui-ci. Il faut, en effet, 3^{cc} à 4^{cc} de culture pour tuer un cobaye, en injection péritonéale. Vis-à-vis du chien, les deux microbes possèdent la même action et déterminent des symptômes à peu près identiques. Inoculés dans les veines, ils provoquent, suivant la dose et la virulence, une mort rapide en cinq à dix heures, avec des signes d'empoisonnement bulbaire, ou une infection qui évolue plus lentement et qui peut revêtir différentes formes cliniques.

» Dans les cas de mort foudroyante, en quatre ou cinq heures, c'est au poison soluble qu'il faut attribuer les symptômes et les lésions; le microbe n'a pas proliféré, et les cultures du sang sont souvent stériles.

» Ce poison soluble est difficilement séparable des microbes; il ne passe pas à travers les filtres, et la chaleur le détruit. Le moyen qui, jusqu'à présent, m'a le mieux réussi est la stérilisation des cultures par l'éther. L'inoculation intraveineuse de ces cultures à la dose de 15^{cc} à 20^{cc} provoque des symptômes passagers d'empoisonnement identiques à ceux des cultures vivantes : vomissements, diarrhée, élévation de température de 2° à 3°. Des doses plus fortes ou répétées produisent un état cachectique qui rappelle la maladie naturelle à évolution lente.

» *Atténuation de la virulence.* — Cultivé en bouillon de peptone, le

microbe du chien, de même que celui du cobaye, s'atténue progressivement avec l'âge de la culture. L'atténuation se fait beaucoup plus vite si, au lieu de bouillon ordinaire, on emploie du bouillon glycériné à 6 pour 100.

» En réensemençant le microbe au bout de temps variables dans du bouillon ordinaire, on obtient des cultures à des degrés divers d'atténuation. Pour rendre au microbe sa virulence première, il suffit de le faire passer à nouveau par l'organisme du cobaye ou du chien.

» *Vaccination du chien.* — Depuis longtemps j'ai obtenu, avec le microbe du cobaye, une vaccination parfaite de celui-ci et du chien. J'entretiens depuis deux ans, au laboratoire de M. Chauveau, des cobayes fortement vaccinés, dont le sang possède d'énergiques propriétés agglutinantes, en même temps que préventives. J'ai renouvelé les mêmes expériences avec le microbe provenant du chien, et j'ai obtenu le même succès.

» Dans mes premières expériences, j'ai employé comme substance vaccinante, et en injections intraveineuses, les cultures atténuées par l'éther; mais cette méthode ne pouvant être aisément utilisée dans la pratique, j'y ai renoncé. Le procédé le plus commode et le moins dangereux est l'inoculation sous-cutanée des cultures atténuées : à de jeunes chiens, ayant encore leurs dents de lait, j'inocule sous la peau de la cuisse 2^{cc} à 3^{cc} d'une culture atténuée. Le lendemain on constate, au point d'inoculation, une tuméfaction douloureuse qui, au bout de quarante-huit heures, commence à diminuer et ne laisse bientôt plus qu'une légère induration. On n'observe pas de symptômes généraux. Si la culture est plus virulente, on a de l'œdème du membre, quelquefois un abcès; la température s'élève un peu, mais il n'y a pas d'accidents graves, et l'animal guérit.

» Je commence par une culture très atténuée, dont l'action locale est insignifiante : c'est le premier vaccin; les inoculations consécutives se font avec des cultures de virulence croissante et sont renouvelées trois ou quatre fois. Les chiens ainsi préparés peuvent être éprouvés de deux manières : soit par inoculation intra-veineuse d'une culture virulente, soit par cohabitation avec des animaux infectés. Les chiens que j'ai vaccinés ont vécu depuis trois mois en contact journalier avec des chiens malades; plusieurs même ont séjourné dans la même niche. Chez d'autres, j'ai badigeonné les fosses nasales avec les mucosités pathologiques; aucun n'a été contaminé. Mais, comme les témoins, dans ces conditions, ne prennent pas tous la maladie, j'ai tenu à compléter ma démonstration par la première méthode.

Si l'on éprouve, par inoculation intraveineuse, les chiens vaccinés, ils résistent alors que les témoins meurent ou sont très malades.

» *En résumé,* les jeunes chiens qui ont reçu, à plusieurs reprises, des inoculations de cultures atténuées résistent aussi bien à la contagion naturelle qu'à l'infection expérimentale. Ainsi se trouve résolu le problème de la vaccination contre la maladie du jeune âge, et la méthode des inoculations préventives, introduite dans la pratique, pourra rendre aux éleveurs les plus grands services. »

TÉRATOLOGIE. — *Caractères généraux des processus tératogènes, processus primitif et processus consécutif.* Note de M. **Etienne Rabaud**, présentée par M. Alfred Giard.

« A diverses reprises, j'ai eu l'occasion d'insister sur ce fait, que la production spontanée ou expérimentale des monstruosités ne dépendait pas simplement de processus d'arrêt ou d'excès des phénomènes évolutifs normaux ([1]). Il m'a été possible de montrer que la théorie d'Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire ne correspondait pas à la réalité, que la genèse des monstres relevait d'un certain nombre de processus parmi lesquels l'arrêt et l'excès, loin d'englober la généralité des types tératologiques, figuraient simplement à titre de cas particuliers.

» Une analyse plus complète des phénomènes permet aujourd'hui de séparer en deux groupes très distincts ces divers processus tératogènes ; il faut considérer, en effet, que certains d'entre eux sont extrêmement précoces ; certains autres plus ou moins tardifs.

» Les premiers déterminent le mode même d'apparition d'une ébauche, quant à sa forme, son étendue, sa situation, l'ensemble même de son évolution ; ils créent, en quelque sorte, l'organe embryonnaire et lui impriment une allure caractéristique, différente à des degrés divers de l'allure normale. Ainsi, pour prendre un exemple, le système nerveux de la Cyclocéphalie ou du *Spina bifida,* après être né suivant une surface beaucoup plus large que le système nerveux normal (*développement diffus*), se transforme

---

([1]) *Voir* en particulier : *Comptes rendus*, 2 avril et 23 juillet 1900. — *Fragments de Tératologie générale : L'arrêt et l'excès de développement* (*Bulletin scientifique* de A. Giard, 1900).

en vésicule close par *épibolie* et non par *embolie* ([1]). Ce processus, et tous ceux qui ont le même caractère général, ne sauraient en aucune façon intervenir sur une ébauche en voie de formation, c'est-à-dire dégagée du tissu originel. On ne comprendrait pas qu'un développement diffus, qu'un développement massif, ou désorienté ou tout autre, pût se greffer sur un bourgeon à contours nettement définis, dont la situation est acquise et l'évolution commencée.

» Ces processus sont donc PRIMITIFS et, à ce titre, ils ont exactement la même valeur que les processus normaux. Ils peuvent se substituer à ces derniers; ils ne les altèrent pas, ils ne se confondent pas avec eux.

» Le second groupe renferme les processus qui agissent, au contraire, sur des ébauches en voie de formation, soit pour retarder, soit pour activer la croissance, la différenciation ou le développement. Par eux-mêmes, les processus ne procurent aucun caractère nouveau; ils sont simplement capables de fixer un caractère transitoire ou de prolonger tout ou partie d'un développement, sans en changer le sens. Ils peuvent intéresser une ébauche, quel que soit le mode primitif qui la dirige, c'est-à-dire provoquer l'arrêt ou l'excès aussi bien d'un bourgeon normal que d'un bourgeon frappé par l'un ou l'autre des processus primitifs. Ils interviennent toujours secondairement; ils sont CONSÉCUTIFS.

» Cette distinction, établie sur des faits précis, n'a pas simplement pour importance de ramener à leur juste valeur les actions par défaut ou par excès, qui sont restées jusqu'à ce jour le fondement même de la Tératologie; ses conséquences ne se réduisent pas davantage à rendre possible une classification naturelle des anomalies. Cette distinction est de nature, me semble-t-il, à changer le point de vue d'une expérimentation méthodique en tératogénie et à diriger cette expérimentation.

» En effet, sous l'influence de la conception saint-hilairienne, l'étude des agents tératogènes et de leur mode d'action se réduit à savoir quel tissu est influencé par tel agent dans des conditions données, son influence étant nécessairement limitée à modifier la prolifération de ce tissu en plus ou en moins. S'il est vrai, par exemple, que le chlorure de sodium agit spécialement sur le tissu nerveux embryonnaire, comme cela semble

---

([1]) ÉTIENNE RABAUD : 1° *Evolution morphologique de l'encéphale des Cyclopes* (*Soc. de Biol.*, 2 février 1901); 2° *Genèse des* Spina bifida (*Archives générales de Médecine*, mars 1901).

ressortir des expériences de Hertwig, nous devrons nous contenter de savoir que le sel modifie la multiplication des neuroblastes, ceux-ci une fois différenciés. En d'autres termes, tout notre pouvoir s'exerce sur des ébauches dégagées du feuillet originel; nous sommes impuissants sur la différenciation elle-même. Par suite, nous devrions renoncer à connaître jamais d'une façon positive l'origine des tissus.

» En réalité, l'existence de processus tératogènes primitifs nous permet d'espérer davantage. Ces processus ne peuvent se produire que grâce à des différenciations effectuées hors de leur place héréditaire et qui seraient inexplicables si l'on n'admettait l'action déterminante des incidents externes. Observés chez les Vertébrés, on est en droit de penser que ces processus primitifs se rencontrent également chez les divers Invertébrés. Sans doute, il est possible que chez certains animaux la différenciation soit extrêmement précoce et contenue en puissance, pour ainsi dire, dans les blastomères des premiers stades; en déplaçant certains d'entre eux, on déplace *ipso facto* tel et tel organe, et de ce fait il semble découler cette conséquence que le développement normal de chaque ébauche prise à part est le seul développement possible, quelle que soit la place occupée par cette ébauche.

» Il convient d'observer que ces déplacements sont d'ordre purement mécanique, qu'ils sont provoqués dans le milieu même où la larve évolue habituellement; que, de plus, les changements de situation imposés aux blastomères ne modifient pas leurs rapports avec les milieux internes. Les blastomères superficiels, par exemple, sont légèrement écartés de leur place ordinaire, mais l'écart est peu considérable et ne modifie pas la situation superficielle. On est en droit de penser que, si des œufs de telles espèces animales se trouvaient dans certaines conditions tératogènes, ils se conduiraient tout différemment, que les différenciations potentielles seraient remplacées par des différenciations nouvelles.

» De toutes façons, l'expérimentation ne doit pas se borner à rechercher le pouvoir tératogène de telle ou telle substance — recherche vraiment illusoire le plus souvent —; ni même à déterminer quel degré d'arrêt ou d'excès peuvent provoquer ces substances sur un tissu donné. Nous pouvons et nous devons faire plus, c'est-à-dire étudier les influences diverses qui produisent les différenciations. Nous obtiendrons ce résultat en recherchant comment on peut modifier l'étendue, la situation des différenciations normales, c'est-à-dire en s'efforçant de déterminer la cause prochaine des

processus tératogènes primitifs. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que les expériences bien connues de Herbst, avec le lithium, sont un encouragement dans cette voie, puisqu'elles nous montrent que l'on peut agir sur les différenciations endodermiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les poussières atmosphériques observées à Tunis le* 10 *mars* 1901. Note de M. E. Bertainchand, présentée par M. Carnot.

« La journée du 10 mars 1901 a été caractérisée dans toute la Régence et dans l'Europe méridionale par un phénomène météorologique assez rare :

» Vers 5^h du matin, par un ciel assez pur, on pouvait déjà constater un éclairage anormal; mais, à cette heure, il était encore difficile de se rendre un compte exact du phénomène.

» Vers 6^h, au lever du soleil, l'atmosphère était troublée par une sorte de nuage de poussière impalpable. Le phénomène continua à s'accentuer; il atteignit son maximum d'intensité vers 1^h de l'après-midi, en donnant naissance à un brouillard rouge d'une épaisseur telle qu'il interceptait les rayons du soleil.

» Tous les objets colorés prenaient la teinte complémentaire; les brûleurs à gaz étaient particulièrement curieux à observer; ils donnaient une couleur verte.

» L'apparition et la persistance de ces poussières étaient d'autant plus surprenantes qu'il régnait à ce moment un calme parfait; la vitesse du vent était à peu près nulle; il venait du sud.

» Comment peut-on expliquer l'apparition de ces poussières?

» La solution du problème nous paraît pouvoir être donnée par l'examen des courbes barométriques et par la nature chimique et minéralogique des poussières. La pression avait été normale jusqu'au jeudi 7 mars, sauf les écarts dus aux variations diurnes; mais, le 7 mars, on put constater, à 9^h du soir, une baisse qui se continua assez rapidement et atteignit le point minimum extrême le vendredi à midi; à partir de ce moment, la pression se releva graduellement, pour reprendre une marche sensiblement normale, qui fut atteinte le samedi à 9^h du matin.

» Nous avons observé les pressions suivantes :

Jeudi, à 9^h du soir	756^{mm}
Vendredi, à midi	748
Samedi, à 9^h du matin	757

» La courbe barométrique forme sur le graphique un V à branches écartées, très nettement accentué.

» La dépression a dû être occasionnée par un ouragan formé dans le Sahara.

» C'est vraisemblablement à la puissance de transport des vents qu'il faut attribuer l'apparition des poussières atmosphériques; soulevées violemment par le vent, elles ont été portées dans les régions élevées, s'y sont épanouies et se sont ensuite déposées par ordre de densité. Les éléments les plus lourds et les plus volumineux sont restés sur les lieux d'origine ou à de faibles distances; les parties les plus fines sont restées en suspension dans l'air et sont parvenues à Tunis environ trente-six heures après la constatation de la dépression barométrique la plus accentuée. Évidemment, le cheminement de ces poussières a été plus lent que l'onde atmosphérique; c'est du reste là un phénomène normal.

» Lors de la fameuse explosion du Krakatoa, dans le détroit de la Sonde, en 1883, l'onde barométrique déterminée par le phénomène a été signalée longtemps avant l'apparition des poussières, dont le transport dans les hautes régions de l'atmosphère a été la cause des illuminations crépusculaires signalées pendant l'hiver 1883-1884.

» Quand le nuage de sable est formé et qu'un orage vient à éclater dans les hautes régions, la pluie entraîne avec elle les particules fines, et, lorsque ces poussières sont colorées en rouge, chaque goutte d'eau laisse une empreinte colorée; c'est ce qui a fait donner à ce phénomène le nom de *pluie de sang*.

» Ces poussières sont d'une finesse excessive, comme on peut s'en rendre compte par les chiffres suivants : 100 parties du dépôt se classent ainsi par ordre de finesse :

89,00	pour 100	passent	au tamis de	120
9,95	»	»		100
1,05	»	»		80

» Ces poussières sont donc, en majeure partie, d'une ténuité plus grande que les farines les mieux blutées. C'est ce qui explique la facilité avec laquelle elles sont tenues en suspension dans l'air et parcourent de très grandes distances, puisque le même phénomène a été observé en Italie, en Suisse et jusqu'en Allemagne.

» Le nuage rouge persista jusqu'à $2^h 30^m$, à Tunis; à ce moment, par suite d'une saute de vent N.-W., d'ailleurs de peu de durée, la température s'abaissa d'une façon notable; immédiatement, la condensation de ces poussières se produisit, le ciel s'épura partiellement et le soleil fit une

apparition... timide en quelque sorte; car on pouvait le fixer sans malaise et constater qu'il était d'une teinte bleue : c'était encore la lumière complémentaire.

» L'analyse des poussières nous a donné la composition centésimale suivante :

Eau	3,00
Matières organiques	6,50
Sulfate de chaux	2,85
Carbonate de chaux	9,78
Phosphate de magnésie	0,29
Oxyde de fer	4,10
Alumine	2,13
Silice	70,95
Corps non dosés	0,40
Total	100,00

» Ce produit est donc essentiellement siliceux.

» L'étude a été complétée par une analyse micrographique, faite par M. Cayeux, répétiteur de Géologie à l'Institut agronomique de Paris. En voici les résultats :

» *Minéraux.* — Quartz très prédominant en éléments de toutes dimensions se répartissant en trois catégories :

» 1° Grains parfaitement arrondis, usés, dépolis, très nombreux;

» 2° Grains de forme angulaire, à angles émoussés, très nombreux;

» 3° Esquilles de quartz très limpides, sans traces d'usure. Les particules de ce troisième groupe sont incomparablement moins nombreuses que celles des deux premiers.

» Grains de limonite clairsemés, résultant, selon toutes probabilités, de l'altération de la glauconie.

» *Minéraux rares.* — Staurotide, tourmaline (plusieurs variétés), rutile, zircon, phosphate jaune amorphe, magnétite.

» *Organismes.* — Diatomées (à signaler à titre de curiosité; elles sont très rares).

» Le dépôt est un sable siliceux dont la couleur est essentiellement due à l'existence d'une fine pellicule de limonite, qui encroûte la plupart des éléments de quartz. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mouvement, en chaque jour synodique, de l'axe instantané de symétrie des écarts barométriques.* Note de M. A. **Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Dans le mouvement rotatoire en sens contraire de l'*onde mensuelle synodique* et de sa symétrique l'*onde quotidienne*, la rencontre de deux demi-

méridiens à mêmes écarts barométriques constitue un axe instantané de symétrie des écarts sur l'hémisphère. La situation et les cotes de cet axe changent constamment,

» Pendant la révolution synodique, les axes des 29 midis Greenwich se représentent avec leurs cotes à des instants différents dans le mouvement diurne. Laissons-leur le numéro du midi auquel ils correspondent et mettons ce numéro entre parenthèses quand on les retrouve par leur côté opposé et que l'ordre des cotes est renversé ([1]).

» Sur le cadran du transparent de l'onde quotidienne, où les heures sont de 49′7, ajoutons la division du jour en 30 heures lunaires de 12° ou 48′. Abandonnons le saut de midi provisoirement admis et faisons mouvoir sur l'hémisphère ce transparent et celui de l'onde synodique avec leurs vitesses moyennes réelles. Nous trouvons, pour la situation et le numéro des cotes de l'axe de symétrie aux heures lunaires successives entre deux midis Greenwich :

Heures lunaires.		Axes de symétrie.				Heures lunaires.		Axes de symétrie.	
Long. W.	Numéros.	Long. W.	Numéros.	Lire de haut en bas.	Lire de bas en haut.	Long. W.	Numéros.	Long. W.	Numéros.
0°	1 du jour 1	0°	1			360°	1 du jour 2	180°	(2)
12	2 »	60	(16)			348	30 »	174	16
24	3 »	12	2			336	29 »	168	(1)
36	4 »	18	(17)			324	28 »	162	15
									(29)
132	12 »	66	(21)			228	20 »	114	11
144	13 »	72	7			216	19 »	108	(25)
156	14 »	78	(22)			204	18 »	102	10
162	15 »	84	8			192	17 »	96	(24)
		180°	16		90		$\frac{(23)+9}{2}$		

» Si, au 90e degré, on passe de l'autre côté de l'axe, on est, aux heures 17, 18, ..., aux opposés 24, (10), ..., 2.

([1]) Voir *Comptes rendus* : 10 juillet 1899, p. 128, — 7 mai 1900, p. 1279, *Écarts barométriques sur le méridien du Soleil; — sur le parallèle, aux jours successifs de la révolution synodique;* 19 novembre 1900, p. 852, *Emploi de transparents pour combiner les effets de la révolution synodique avec ceux de la rotation terrestre;* 24 décembre 1900, p. 1262, *Variations des cotes barométriques simultanées au cours de la révolution synodique.*

Rappelons que les cotes d'écart inscrites de 10° en 10° sur les 29 demi-méridiens

» Après le jour 1, on a ainsi

0°	1 du jour 2		0°	2			360°	1 du jour 3		180°	(3)
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
168	15		84	9			192	17		96	(25)
		180			16	90			$\frac{(24)+10}{2}$		
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
0	1 du jour 29		0	29			360	1 du jour 1		180	(1)

» Supposons l'axe semi-méridien rigide, pivotant sur le pôle et prenant successivement, d'un côté les cotes des nos 1, 2, ..., de l'autre les cotes (1), (2), ... Cet axe suit la route de l'aiguille des heures avec une vitesse moitié moindre.

» En les 30 heures lunaires, d'un midi Greenwich à l'autre, il prend successivement, soit par un côté, soit par l'autre, les numéros des 29 axes 1 à 29, à l'exception des deux qui viennent se confondre sur le 90e méridien et qui sont : au jour 1, 9 et 23; au jour 2, 10 et 24; au jour 8, 16 et 1; au jour 29, 8 et 22.

» Pour avoir tous les axes, pris dans un sens ou dans l'autre, il faut réunir 2 jours, qui ne soient pas à 14 jours de distance.

» Avant de les retrouver dans les mêmes situations et la même succession, il faut épuiser la période synodique.

» C'est en maintenant la nouvelle lune à midi et resserrant la révolution synodique à 29 jours exacts que nous obtenons ainsi des variations moyennes, complexes et régulières, revenant toutes à leur point de départ. Il ne faut pas oublier cependant que, la période synodique étant d'à peu près 29 jours $\frac{1}{2}$, le contingent qu'elle apporte aux variations barométriques pendant un mois donné est, généralement et dans l'ensemble, de jour ce qu'il a été de nuit pendant le mois précédent. »

M. **Lapeyre** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Opérations sur les carrés; des excédents divisionnaires. »

---

appelés à constituer les axes, ou à entrer dans le mélange des deux ondes, atteignent, en plus et en moins, $1^{mm},5$ dans les basses latitudes et 6^{mm} dans les hautes.

L'emploi des transparents est presque indispensable pour juger des effets d'ensemble. Pour les faits particuliers, on peut se contenter de faire mouvoir les unes sur les autres des bandes portant les divisions des cadrans, ou même de calculer les positions et les demi-distances.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 avril 1901.

(*Suite.*)

Trois articles *Sur la langue internationale « Esperanto »*, par Ch. Méray, (Extraits de l'*Enseignement mathématique*, 15 juillet 1900 et 15 janvier 1901, et des *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1er janvier 1901.)

L' « Esperantiste », Organe propagateur de la langue internationale Esperanto. *Organo propaganda de la lingvo internacia « Esperanto »*, années 1898-1901 (mars). Épernay, 1898.

L' « Esperanto », seule vraie solution de la langue internationale, par L. de Beaufront. Épernay, 1 broch.

Pour la langue internationale, par L. Couturat. Coulommiers, imp. P. Brodard, 1901; 1 broch.

Annales du Bureau Central Météorologique de France, publiées par M. E. Mascart, Directeur du Bureau Central Météorologique; année 1898; I. *Mémoires*, II. *Observations*, III. *Pluies en France*. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 3 vol. in-4°. (Présentés par M. Mascart.)

Annales des Ponts et Chaussées, 2e partie, 71e année, 8e série, 1er Cahier, janvier 1901; Paris, E. Bernard et Cie, 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France, publié sous la direction de M. Léon Teisserenc de Bort; 47e année, janvier-février-mars 1900. Tours, s. d.; 1 fasc. in-8°.

« Le Messager agricole », revue des associations et des intérêts agricoles du Midi, publié sous la direction de M. le Dr Frédéric Cazalis; 42e année, 5e série, t. II, nos 1-2, janvier-février 1901. Montpellier-Paris, 2 fasc. in-8°.

Ueberkaltungs-Erscheinungen bei schwimmenden Nitrotoluol-Kügelchen, von Prof. P. Bachmetjew. Saint-Pétersbourg, 1900; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Report of the Commissioner of Education for the year 1898-99, vol. II. Washington, 1900.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München, 1901; Heft I. München, 1901; 1 fasc. in-8°.

Revista trimestral de matematicas, publicada por don José Rius y Casas; Año I. nùm 1, Saragosse, 1901; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 avril 1901.

Annuaire statistique de la Ville de Paris, XIXe année, 1898. Paris, G. Masson, 1900; 1 vol. in-8°.

La Main-d'œuvre en Afrique, par A. d'Almada Negreriros. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

La question du Calendrier au point de vue social, par le P. Cés. Tondini de Quarenghi. Paris, 1901; 1 fasc. in-8°

Applications générales de l'Électricité aux Sciences, aux Arts et à l'Industrie, par G. Trouvé. Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Comment d'exposant enthousiaste on arrive à ne plus exposer, par G. Trouvé. Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°.

La Langue Bleue « Bolak », langue internationale pratique, par Léon Bollack. (Quatorze Opuscules, in-8°.) (Hommage de l'Auteur.)

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les professeurs; 3e série t. II. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de Zoologie de France, année 1900; t. XXV. Paris, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy et de la Réunion Biologique de Nancy; série III, t. II, fasc. 1. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°.

« *Concordia* », *organe de la Société d'Études et de Correspondance internationales*, directeur-fondateur : Émile Lombard; 7e année, n° 77, avril 1901. Paris, 1 fasc. in-8°.

Biologische Untersuchungen, von Prof. Dr Gustaf Retzius, in Stockholm; Neue Folge, Bd. I-IX, mit Tafeln. Stockholm, Samson et Wallin, 1890-1900; 9 vol. in-f°. (Hommage de l'Auteur.)

An attempt to estimate the vitality of seeds by an electrical method, by Augustus-D. Waller. (From the *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXVIII.) 1 fasc. in-8°.

Landwirtschaftliche Statistik der Länder der Ungarischen Krone. Bd. V.

Budapest, 1900; 1 vol. in-f°. (Envoi de M. le Ministre de l'Agriculture du Royaume de Hongrie.)

Individual observations of the lines widened in sun-spot spectra made at the Solar physics Observatory South Kensington, during the period november 12th, 1879, *to december* 31st, 1897, under the direction of Sir NORMAN LOCKYER. Londres, 1900; 1 fasc. in-4°.

The procession of planets, by FRANKLIN-H. HEALD. S. l., 1901; 1 fasc. in-16.

La risoluzione completa del tetragono piano, GIUSEPPE DELITALA. Sassari, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Nuevas escalas optometricas y cromo-fotometricas, por JOSE PRESAS. Madrid, 1901; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the Geological Survey of India, vol. XXXIII, part I. Calcutta, 1901; 1 fasc. in-8°.

Oefversigt af kongl. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar; Arg. 58, n° 4, 1901. Stockholm, 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 avril 1901.)

Note de M. *de Séguier,* Sur les équations de certains groupes :

Page 1032, ligne 11, *au lieu de* a, *lisez* α.
Même page, ligne 28, *au lieu de* $< 2n$, *lisez* $= n$.
Même page, ligne 34, *au lieu de* $a = cb$, *lisez* $d = cb$.